Environment Canada Environnement Canada

NATIONAL HYDROLOGY RESEARCH CENTRE

ANNUAL REPORT

1 9 8 7 - 1 9 8 8

Contents

Director's Office 1
Surface Water Division 3
Ground Water Division 7
Aquatic Ecology Division 11
Research Support Division 12
Staff Services Division 14
Water Quality Branch 16
Atmospheric Environment Service 17
Publications and Reports 24

National Hydrology Research Centre
Annual Report 1987-1988

Copies are available from:

Scientific Information Division
National Hydrology Research Institute
11 Innovation Boulevard
Saskatoon, Saskatchewan
Canada S7N 3H5

Disponible en français sur demande.

ISSN 0843-5715

Director's Office

Director's Comments

The 1987-88 Annual Report for the National Hydrology Research Centre (NHRC) differs from last year's report in one significant way: it incorporates the activities of the NHRC tenant groups as well as National Hydrology Research Institute (NHRI) divisions.

The other groups located in the Centre, the Water Quality Branch of the Inland Waters Directorate, and the Hydrometeorological Research Division (Canadian Climate Centre) and Meteorological Inspection Office of the Atmospheric Environment Service, are all Environment Canada groups, although they report through different line management than NHRI. However, they have agreed to report their work through this consolidated report rather than individually. This reporting system is more than simply a convenience; rather, it is representative of the interaction the groups enjoy within the Centre. NHRC is, in a very real sense, an Environment Canada research centre, and the interactions between the groups are necessary to solve some of the complex environmental issues we face today.

With respect to the National Hydrology Research Institute, the year 1987-88 has been one of consolidation and growth. A new issues-oriented programme set, new equipment, and a revision of the management structure all have enhanced NHRI's ability to address water research and management problems.

One of the year's many highlights was the National Hydrology Research Institute's planning retreat for both scientists and management personnel at Waskesiu, Saskatchewan. National and international hydrological issues were reviewed and a programme was defined to address these concerns within Environment Canada's mandate for NHRI. The revised programme set which resulted from the meeting became the basis for NHRI's research action plan for the 1988-89 year. The new programme set was presented to senior management at a Science Forum, and won considerable support.

Advances in research necessitate state-of-the-art technology. This year, the acquisition of a Scanning Electron Microscope and the completion of the Facility for Indoor Aquifer Testing (FIAT) provided new technology to aid NHRI research in ground-water chemistry, aquatic biology, and ground ice.

During the year, scientific support services, including the Instrument Technology Section and technicians assigned to specific research groups, were consolidated into the Research Support Division. This restructuring will allow for more flexibility and efficiency in supporting the science divisions and in managing technical staff, and will provide staff with better opportunities for career development.

NHRI's Senior Scientist, Dr V. Klemes, assumed a prestigious position this year when he was elected President of the International Association of Hydrological Sciences. Dr Klemes has been in contact with scientists the world over as a result of this position. NHRC has benefitted, too, from the visits Dr Klemes has been able to arrange with some of these eminent scientists.

The addition of new staff has been another highlight of the past year. Dr K. J. D. Ridley and Dr Y. T. J. Kwong have joined the Ground Water Division, and several new technical staff have joined the Research Support Division. The Hydrometeorological Research Division of the Canadian Climate Centre (AES) also increased its staff from two to eight, including two research scientists and two meteorologists.

The benefits of NHRC's location in the Innovation Place research park on the University of Saskatchewan campus have also become apparent. NHRC has been able to take advantage of the proximity of the other scientists on campus, many of whom work in fields complementary to hydrology. This co-location is of great benefit because it facilitates the interdisciplinary work necessary to solve many of today's hydrological problems. Our scientists have enjoyed access to col-

Staff

Director's Office

Dr T.M. Dick
S. Hansen (Secretary)
Dr V. Klemes
L. Watson

leagues within the Saskatchewan Research Council, Agriculture Canada, the Canadian Wildlife Service, and, of course, the university itself.

In addition, three NHRI scientists, Dr W. Nicholaichuk, Dr T. Prowse, and Dr P. Marsh, have been appointed adjunct professors of the University of Saskatchewan. This appointment makes them associate members of the university faculty, and allows them to supervise graduate students. The appointments reflect the university's high regard for our scientists and their work.

Senior Scientist

The Centre was honoured during the year by the election of Dr V. Klemeš to the Presidency of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS), part of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) of the International Council of Scientific Unions (ICSU), at the IAHS meeting in Vancouver in the fall of 1987. The duties of President require travel to a number of countries to chair meetings, to meet other hydrologists and to present invited lectures.

Dr Klemeš has continued his research into the stochastic properties of cumulative processes of higher orders. Results show that the linkage between geophysical, biophysical, and socio-economic processes often has the form of a hierarchy of cumulative processes, e.g. the cyclic levels of a lake are the net sum of random supplies by rain and withdrawals by evaporation. This hierarchical linkage introduces a quasi-cyclic pattern into their behaviour over time which may be important for forecasting as well as for interpreting historical records (e.g. reconstructing past climates). A proposed mathematical description of the mechanism shows that the apparent periodicity induced into the time series is a function of the sample size. Both observed and hypothetical examples of the mechanisms have been described and the general consequences for analysis of empirical time series discussed.

Some hydrological aspects of the drought phenomenon have also been analysed and the following conclusions reached: (1) hydrology can best contribute to short-to-mid-term forecasting of droughts but can offer little for long-term forecasting, which must draw on mechanisms of large-scale climatic fluctuations; (2) hydrological processes influence drought through storage mechanisms; (3) the features of individual droughts are related to the type of the storage mechanism involved, i.e. the type of the input process, the size and geometry of the storage system, and its release mechanism.

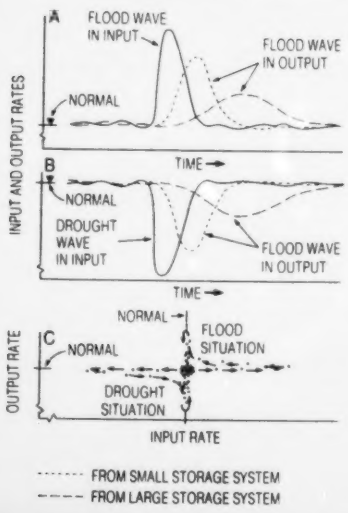
Library

During the first full year of operation, library staff completed the cataloguing of all materials and entered records into an automated library catalogue. All publications are now accessible by author, title, subject, and keyword searching. The catalogue continues to grow rapidly as the collection is developed by including recently released books as well as standard references.

The serials list increased by twenty titles to include new journals in the field of water resources and to accommodate new directions in the scientific programmes. We also established on-line contact with all of the major North American scientific data bases so that on-line literature searching can now be carried out on-site.

In June, the library organized a special educational programme for four-to-six year old children as part of Environment Week activities. Approximately two hundred children visited the Centre with their teachers each day and spent an hour in the library learning about the environment.

SCHEMATIC REPRESENTATION OF ROUTING EFFECT OF A STORAGE RESERVOIR:
A - "Flood Wave" routing, B - "Drought Wave" routing, C - Input-output relationship for cases A and B



Surface Water Division

The three phases of surface water (vapour, liquid, and solid) are the focus of the research programme of the Surface Water Division. Of particular interest is the possible impact of climate change on water supply.

On the Prairies, snow is a vital component in restoring soil moisture and in the longer-term availability of water for agriculture. Thus, part of the programme of the Prairie Hydrology Section deals with snow management and remote sensing of the snowpack. Another part investigates the distribution and pathways of herbicides and nutrients as a result of irrigation. Water loss through evaporation is being evaluated using the Complementary Relationship Areal Evapotranspiration (CRAE) model.

The Mountain Hydrology Section is mainly concerned with snow and ice, the solid phase of the hydrological cycle. Investigations in the Coast Mountains and Rockies are revealing changes in the state of that portion of our water resource held in the glacier reservoirs; of importance primarily for irrigation and hydro-power generation. Studies of winter, summer and net glacier mass balance continued on Sentinel, Helm, Place, and Peyto Glaciers. The mountain snowpack at Sunshine, Alberta provided a field laboratory for an investigation of the dielectrical properties of snow. Of importance here is the role that microstructure and water content play in affecting satellite signals used to observe and measure the seasonal snow cover.

Dry snow and glacier ice trap and preserve a number of atmospheric constituents and climatic signals. These aerosols and gases can be retrieved from ice cores and measured. Fractionation of oxygen isotopes provides a temperature signal and the annual snow layers a record of annual precipitation. Measurement techniques are being applied to an ice core record from Mount Logan to provide environmental information over the last 300 years.

Responses to hydrological and climatic conditions in Canada's north may differ markedly from those in the south so it may not be possible to apply existing southern-based models here. Scientists in the Northern Hydrology Section are investigating river ice break-up and ice jamming in the Mackenzie and Liard Rivers. Backwater flooding from such jams frequently lead to the inundation of northern communities. The hydrology and lake regimes of the Mackenzie Delta that could be seriously affected by any regulation of river levels are studied as well as aspects of the energy balance of ice-covered rivers. The Section undertakes lake and river research in Manitoba and Saskatchewan.

The Surface Water Division focusses on one major portion of the hydrological cycle. It complements the work of the other two science divisions which deal with ground water and aquatic ecology.

Prairie Hydrology Section

Snow Management and Meltwater Enhancement

Different swathing and tilling practices affect the amount of snow retained during the winter. This improves the levels of soil moisture during the spring. A co-operative study with Agriculture Canada (B. McConkey) and the University of Saskatchewan, Division of Hydrology (D. Gray), which began in October 1986, determines the effects of various snowmelt enhancement techniques on surface run-off and ground-water recharge.

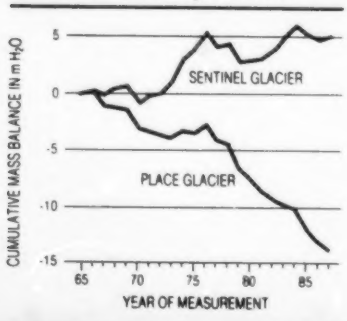
Four research sites are located in the brown and dark-brown soil zones of Saskatchewan. Over-winter soil moisture changes resulting from snow trapped by tall standing stubble and by subsoiling at different depths and distances are measured. Yields from a fertilized, snow-managed, subsoiled site that received 122 mm of snowmelt infiltration were nearly as abundant as yields from a fallow field. They showed an increase of 1098 kg/ha over undisturbed stubble. It was also observed that subsoiling at a depth of 400 to 600 mm and 0.7 to 0.8 m apart enhances the infiltration characteristics of frozen soil.

Staff

Surface Water Division

D.K. MacKay
Dr W. Nicholaichuk
C.S.L. Ommanney
Dr T.D. Prowse
S.C. Bigras
M.N. Demuth
S. Fogarasi
Dr G. Holdsworth
Dr B.C. Kenney
M. Lapointe
Dr P. Marsh
B. McEwan (Secretary)
O. Mokievsky-Zubok
Dr R.I. Perla
Dr A. Wankiewicz

VARIATION IN GLACIER STORAGE
at Sentinel and Place glaciers, B.C.



Microwave Remote Sensing of Snowpack and Flooding

Reliable measurements of snow and soil moisture over large areas are required to determine regional water balances, drought conditions and the likelihood of flooding. A microwave model has been modified to simulate emissions from up to three layers and from five different surfaces of land, water, ice and snow. It is calibrated for Nimbus-7 satellite data of central and southern Manitoba for the winter of 1987-1988.

For the Red River basin of southern Manitoba, the regression of microwave observations with snowpack ground data and with NOAA infrared observations of flooding, show that both snow water equivalent and flooded area can be determined from the microwave observations. However, this is provided that only dry snow conditions (for snowpack) and unfrozen pond conditions (for flooding) are included from the regression, using air temperature as a discriminant.

Herbicide, Nutrient and Water Drainage from an Irrigated Field

Water-resource planning depends very much on knowing how agricultural practices affect the quantity and quality of surface water. In a co-operative project, initiated in 1986 with Agriculture Canada (R. Grover) and the Saskatchewan Research Council (J. Whiting), the amount and quality of irrigation and subsurface drainage water following each rainfall and irrigation event was determined. Results shows that:

- 10.6% of the applied irrigation water (corrugation method) is returned as drainage water;
- of the applied nutrients and chemicals, 0.1% of the nitrogen, 0.22% of the phosphorus, 0.17% of the dicamba, 0.13% of the MCPA, and 0.18% of the diclofop were lost to surface drainage.

These data suggest that herbicide concentrations are well below the acceptable concentration limits of 10,000 ppb for aquatic invertebrates. As in 1986, a major portion of the nutrients and herbicides were lost during the first irrigation.

Complementary Relationship Areal Evapotranspiration (CRAE) Model Evaluation

Current methods for estimating average evaporation, evapotranspiration or transpiration over large areas are very inaccurate. Yet evaporation is a major component of the global water cycle and is particularly important in the Prairies. As one approach to the problem, a co-operative study, with Alberta Environment (F. Davies), Agriculture Canada (C. Chang) and the IWD Water Resources Branch (L. Warner), is underway to evaluate the CRAE model. Results show that the model is extremely sensitive to measured dewpoint temperatures: for each degree change in dewpoint temperature, estimates of evapotranspiration are affected by 10 per cent.

Mountain Hydrology Section

Glacier Mass Balance in Southwestern British Columbia

In order to acquire baseline information on the health of glaciers in the Cordillera and assess the relationships between climate, climate change, glacier health, activity, and water supply, observations are made on three glaciers in the Coast Mountains and one in the Rockies.

Complete mass balance measurements (i.e. winter, summer and net mass balance) were carried out on Sentinel, Helm and Place Glaciers in southwestern British Columbia. Of the three glaciers, Sentinel had a positive mass balance of +0.15 m H_2O while Helm and Place had negative mass balances of –0.79 and –0.85 m H_2O respectively. Because of local factors, Helm Glacier has been rapidly losing area and volume; one-third of its surface area of 2.94 km^2 has been lost since 1977. Although data from Peyto Glacier have not yet been reduced, the mass balance here was also negative. These negative balances mean that water

is being withdrawn from the glacier reservoirs and the glaciers will retreat.

Radio-Frequency Impedance of Snow

To improve the interpretation of remote-sensing signals, the complex impedance of a wide variety of natural and artificially-prepared snow samples was measured in cell volumes $10^5 mm^3$ to $10^6 mm^3$ at 10 kHz to 10 MHz. Independent variables include snow density, temperature and liquid water; the latter is measured using acid dilution. The morphology of disaggregated crystals was recorded on photomicrographs and specimens sectioned to obtain objective stereological parameters. Preliminary results suggest that the complex impedance may provide an index of snow microstructure and a useful tool for ground-truthing.

Ice Core - Climate Change and Atmospheric Chemistry

More information on past climatic and atmospheric conditions in Canada over the last 200 years was revealed from analyses of the Mount Logan ice core. Additional isotopic ($\delta^{18}O$, δD) and chemical analyses confirmed the time scale by establishing the existence of several additional secondary volcanic events. There is evidence of stable isotope perturbations associated with some of the major volcanic (acid) signatures. These perturbations are assumed to be caused by climate, specifically temperature fluctuations. Two assumed climatic extremes, as shown by more negative, decadal-scale oxygen-isotope values occurred in 1705 - 1710 A.D. and between about 1850 and 1860. Dendroclimatic studies from northern Yukon indicate significant cooling at about these periods, suggesting that the ice core oxygen-isotope perturbations are largely temperature induced. The post-1800 A.D. cooling, culminating in what is known as the "year without summer" (1816) in eastern Canada, is not seen in the western proxy data.

The annual precipitation time series was extended back to 1777 A.D. The base of the core is at 1695 A.D. The section from 1880 and 1980 is being used to study in detail what factors may modulate precipitation and also the precipitation teleconnections between this and several other regions. Atmospheric structure is studied through the vertical profiles of oxygen-isotopes ($\delta^{18}O$) and deuterium (δD).

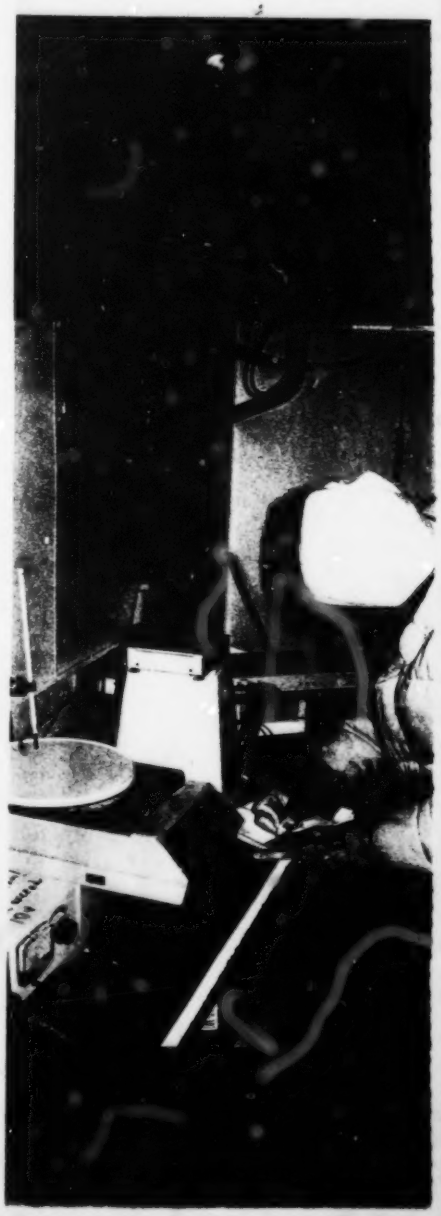
Analyses of the record of common acids in the snow and ice cores do not show any significant increase in the natural background levels of snow acidity.

Northern Hydrology Section

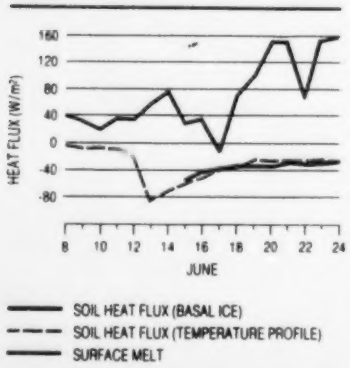
River Ice Break-Up and Ice Jamming

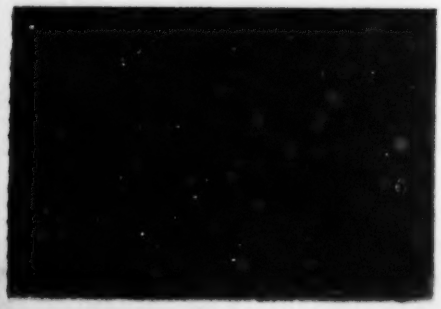
Break-up controls the hydrological regime of most Canadian rivers for lengthy periods each year and contributes to the flood problems of many riverine communities. The entire process, from first ice deterioration to final ice clearance, is poorly understood. To further our knowledge of this process, investigations of break-up and ice jamming on the Liard and Mackenzie Rivers continued during the spring of 1987. Some results of the Yukon Ice Seasonality Experiment were published. The influence of streamflow and ice cover on river hydraulics in a 4.3-km stretch of the Yukon River near Whitehorse have been assessed and observations from three years compared. A new method for measuring river discharge in winter has been developed. A study of river waves, which control the advance of break-up, was initiated with scientists from the U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory (CRREL). The ability of a CRREL impulse radar system to measure the thickness of intact and fragmented ice was also tested.

Detailed energy balance experiments of the decaying ice sheet were conducted in conjunction with ***in situ*** measurements of ice strength (in compression) using a borehole-jack system. Results suggest that the jack can be used to provide an index of ice strength during the decay period.



SOIL HEAT FLUX
throughout the melt period at Resolute, N.W.T.





Backwater Flooding from Ice Jams, Mackenzie Delta, N.W.T.

The processes involved in ice break-up and ice jamming in the Mackenzie Delta were identified and quantified in order to assess their importance to the hydrological regime. The location of frequent ice jams, their formation, composition, growth, the backwater build-up associated with them, and the characteristics of the resulting flow redistribution were all documented. The patterns corresponding to each type of break-up were described in conjuction with the prevailing climatic conditions.

Mackenzie Delta Hydrology, N.W.T.

Since deltas occur at the interface between two very different hydrological systems, river basins and lakes or oceans, their water-level regime is complex. The timing, duration, and frequency of flooding of the Mackenzie Delta lakes by the Mackenzie River and the magnitude of local snow-melt run-off have been investigated: in particular, the relationship between lake sill elevation and flooding characteristics. Indications are that without flooding the high perched lakes in the southern delta would dry up. This is further supported by the results of a five-year microclimatological and water balance study which shows that lake evaporation ranged from 200 to 387 mm per summer. This is always greater than the summer precipitation and sometimes exceeds the annual precipitation. The relative importance of the various water balance components and the rate of sedimentation in Delta lakes are being assessed.

Lake Regimes Study, Mackenzie Delta, N.W.T.

Increased flow regulation of the Mackenzie River main stem could have an impact on the hydrological regime of lakes and channels in the Mackenzie Delta. The relative importance of backwater flooding from ice jams, the processes of inflow, outflow and evaporation, hydrometeorological conditions and physiographic controls have all been studied.

Water Temperature and Heat Fluxes

It is not possible to predict spring break-up and snowmelt run-off, and hence the quantity and timing of streamflow, in permafrost basins. The processes controlling water temperature in ice-covered rivers are being studied in order to develop a model predicting both cross-channel and temporal changes in temperature.

Lake and River Research, Manitoba and Saskatchewan

Improvements in water quality in lakes and rivers can be achieved by reducing man-made nutrient sources or by augmenting the natural sinks. Particular attention is being paid in this study to the role of sedimentation and resuspension in Prairie lakes and reservoirs. Research is underway on the following topics:

- the impact of under-ice baroclinic circulation on the dynamics in Southern Indian Lake
- the quantification of mixed-layer entrainment and sediment resuspension in Prairie lakes
- the nutrient dynamics in a chain of lakes in the Qu'Appelle Valley, Saskatchewan
- the development of engineering design parameters for suspended particle profiling in rivers
- the effects of super critical flow and turbulence on the growth of benthic algae
- the theory of spurious relations in science and engineering.

Ground Water Division

The Ground Water Division has its main focus in those areas involving man's interaction with the hydrological cycle. Here, the need is to understand the key physical and chemical processes that govern the nature and behaviour of ground water and to develop methods for predicting them. Investigations are designed to describe and assess the effects of industry, agriculture, and urbanization on ground-water quality. In particular, this includes the contamination of ground water by toxic substances resulting from agricultural and waste management practices, and climatic variability induced by man's activities.

A special indoor aquifer testing facility has been constructed which provides a controlled environment for investigating the behaviour of contaminants, such as industrial wastes and pesticides, as they move through the subsurface and for validating and calibrating new and existing models. Another major area of investigation is the behaviour of ground water in permafrost regions. Particular emphasis is being placed on the impacts of contaminants in permafrost regions and on the potentially major impacts of climate variability on permafrost. Other studies involve field investigations of pesticides in ground water, the migration of contaminants from landfill sites and ways to contain them, and aspects of deep-well disposal of liquid wastes.

The major scientific thrust of the Ground Water Division's programmes is to develop a better understanding of the basic physical and chemical processes influencing the behaviour of ground water and its interactions with the surrounding aquifer materials. The recently acquired scanning electron microscope (SEM) and X-ray diffractometer (XRD) are essential tools for studying these processes and will be invaluable for the GWD's future activities. The interactions between ground water and other parts of the hydrological cycle play a major role in resolving questions associated with the contamination of surface- and ground-water bodies, toxic-chemical migration, acid precipitation effects, water supply and ground-water protection.

Specific projects include a study of contaminant transport in fractured porous media using landfill sites in various Canadian urban centres; ground-water behaviour in Wood Buffalo National Park as it may affect Whooping Cranes; and mine drainage and the mathematical modelling of ground water and streamflow.

Interaction of Surface and Ground Water

Surface-water/ground-water interactions play an important role in studying water balances, toxic-chemical migration, acid-rain impacts, water supply via artificial recharge, the development of ground-water protection guidelines, and other areas. The Ground Water Division is undertaking the following research in order to address some of these specific concerns:

Contaminant Transport in Fractured Porous Media

A collaborative project to study the behaviour and transport of contaminants in a fractured, smectitic, clay environment is being discussed with the City of Regina. The study will provide a better understanding of and insight into the interaction of a contaminating fluid, such as leachate, with the solid mineral phase, and the physical and chemical transport of contaminants from a source area like a landfill site, through a fractured, porous media. Four phases are being proposed: a) large-scale field testing; b) extensive laboratory testing; c) correlation of laboratory and field data by verification through sampling of soil beneath a landfill site; and d) development of a coupled transport model in fractured clay.

Water Sources in Wood Buffalo National Park

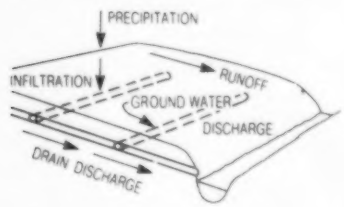
The preservation of the endangered Whooping Crane population is critically dependent on the long-term stability of

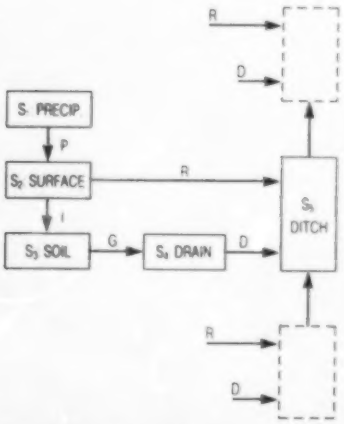
Staff

Ground Water Division

J.A. Gilliland
Dr L. Johnston
G. Grove
Dr H.A.M. Chew
D. Craig
P.A. Kerr (Secretary)
Dr Y.T.J. Kwong
D. McNaughton
Dr K.J.D. Ridley
A. Vandenberg

SECTION OF THE HYDROLOGICAL CYCLE AFFECTED BY DRAINAGE IMPROVEMENTS





water levels in the ponds which dot the Whooping Crane nesting area in Wood Buffalo National Park. It is thought that ground water may play a major role in controlling these levels.

Using hydrogeochemical and isotopic data, as well as hydrography, aerial photography and remote sensing techniques, the Ground Water Division is investigating the ground-water recharge/discharge characteristics of the Whooping Crane nesting area. The study in 1987/88 consisted of continued water level elevation measurements in the ponds and in piezometers installed in the area, and a remote-sensing study of the Wood Buffalo Park using Landsat and NOAA imagery to delineate areas of ground-water discharge, and to quantify the effects of ground water on the Whooping Cranes' nesting ponds. This study will continue to the end of fiscal year 1990/91.

Mathematical Modelling of Streamflow Generation from Drained Fields

Digital models of soil-moisture movement have been developed in order to assess the effects of drainage improvements on a basin hydrograph. Elements of the hydrological cycle which are directly affected by drainage improvements have been identified and a model of this part of the hydrological cycle has been constructed, which permits the simulation of specific drainage improvements, and assessment of the effect of drainage improvement on the total discharge from a drained field for a given precipitation input.

Application of the model suggests that in the course of the drainage history of a swamp, for example, increased peak flows can be expected in the early stages owing to improved surface drainage. Subsequently, improvement in soil drainage and aeration will cause peak flows to diminish. Comparable models can be developed to model the impacts of drainage and climatic change on Prairie lakes and potholes.

Ground-Water Contamination

The effect of aquifer materials on the chemistry of polluted water is not sufficiently well-known to permit prediction of ground-water quality as a function of time or space yet the pollution of ground water by toxic substances is a serious contemporary problem. The recently acquired SEM and XRD, together with facilities such as FIAT will enable the Ground Water Division to study the detailed mechanisms whereby contaminants interact with the surrounding aquifer materials. Initially, attention will focus on fluvial bed combustion wastes. Future studies will investigate pesticides and other organic and inorganic contaminants.

Facility for Indoor Aquifer Testing (FIAT)

A large indoor test facility has been developed for the study of flow through porous media under controlled laboratory conditions and on a scale large enough to minimize container effects. FIAT consists of a fibreglass tank with access ports at 11 different depths, more close to the surface than at depth. The internal systems consist of dual water-sampling filters at 10 different depths, thermistors at each depth, and pressure transducer pairs for adjusting the sampling rate to minimize flow disturbance. As well, there is a drain system to adjust the water table, and a gutter to eliminate flow along the tank walls. An integral part of the system is the precipitation applicator, its control system, rain tank and head tank. The rain system, sample collection pumps and pressure transducers will all be controlled by a computer system. Testing of the whole system will begin in May, 1988.

Acid Neutralization in Ground-Water Flow Systems, Turkey Lakes, Ontario

As a result of the Turkey Lakes watershed GWD research programme in Ontario, it has been established that the ground-water aquifer system plays a major role in ameliorating the impacts of

acid precipitation on the surface-water bodies in the area. The acid neutralization capacity of the shallow surficial tills in the basin is limited by the carbonate weathering rate. As a consequence, ground waters in these thin hillside tills show short-term pH depressions due to rapid H-ion loadings. During these periods they no longer provide a buffer retention system for the surface waters into which such ground waters are discharged. If acid loadings remain the same, over the long term we can expect increasing acidity in the surface waters of the Turkey Lakes basin and in similar watersheds in the Canadian Shield due to depletion of the acid neutralizing capacity of the aquifer materials.

Although the Ground Water Division has terminated its active involvement in the long-range transport of atmospheric pollutants (LRTAP) programme, it is continuing to play an advisory role, at least until 1990. The results of the completed research are being reported in several scientific journals.

Pesticide Field Studies

In 1987/88 ground-water samples were collected from existing piezometers and wells at Abbotsford and Osoyoos, B.C. and analysed for selected phenoxy-acid, organo-phosphorus, organo-nitrogen and organo-chloride pesticides. Very low levels of carbofuran, dimethoate, 1, 2-dichloropropane and DDT were found at Abbotsford and simazine, DDT, DDE and DDD at Osoyoos. Six additional piezometers were installed at Abbotsford in March to provide additional hydrogeological control for interpretation of the chemical analyses and to provide sampling locations for additional water quality samples.

Ground-water samples were collected at a site near Taber, Alberta by Alberta Environment, but no pesticides were detected in these samples. The Ground Water Division subsequently collected soil samples from the site, but analyses of these samples indicated only traces of atrazine at two locations.

An extensive investigation of three irrigated sites near Outlook, Saskatchewan was also undertaken during the past year. External funding (PESTFUND) was provided for a co-operative research programme involving the Ground Water and Surface Water Divisions (NHRI), the Saskatchewan Research Council and Agriculture Canada Regina Research Station. Piezometers were installed at two of the sites. Water levels were monitored here and at a third site throughout the irrigation season. Ground-water and irrigation-water samples were collected regularly and selected samples analysed for dicamba, MCPA, diclofop, 2, 4-D, triallate, trifluralin and bromoxynil. Except for trifluralin and bromoxynil, traces of the other pesticides were found in the ground water but further investigation is required to explain inconsistent temporal and spatial occurrences of these pesticides.

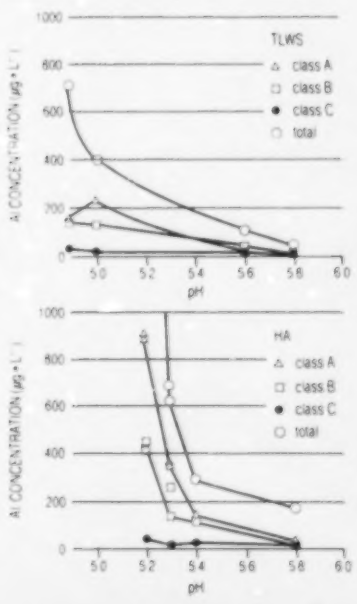
Biological Activity and Landfill Technology

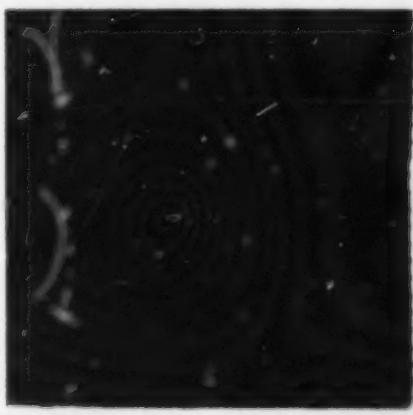
An investigation of biological activity in landfill sites in western Canada and its effect on contaminant transport and the hydraulic properties of various engineered and natural components associated with landfill sites is being proposed. The current focus is on sand cushions in collaboration with the Department of Civil Engineering, University of Saskatchewan (D.J.L. Forgie).

Deep-Well Disposal

Industry/government technical seminars were held in June and September 1987 at which the results of the Environment Canada/Alberta Research Council (ARC) and Environment Alberta/ARC studies on deep-well disposal were presented and discussed. A steering committee and a technical committee with representation from the Conservation and Protection Service, Alberta Environment, ARC, Energy Resources Conservation Board (Alberta) and the Canadian Petroleum Association were formed to review proposed and completed work for this pro-

ALUMINUM CONCENTRATION VS. pH at HU-0.67, Turkey Lake Watershed, and at HA, Chalk River





ject and to advise DOE on its direction. A contract to validate existing deep well monitoring data and evaluate the capability of the ARC model to predict effects from active oil sands/heavy oil wastewater injection wells was initiated in March 1988.

Ground Water/Permafrost in the North

The physical and chemical mechanisms controlling the movement of water into and through the permafrost layer and the role of deep ground water, below the permafrost layer, in the hydrological cycle are not well known. To focus on this problem a literature survey of ground water and permafrost studies was completed. Feasibility studies for a full-scale field programme were made and a plan developed for research needs into the 1990s. Available drilling equipment was field tested and a report, with recommendations for suitable equipment, is in preparation. Test cells were designed for laboratory/coldroom simulation of permafrost conditions to test chemical migration in a permafrost regime. They are being tested in the -55°C cold room. Work has commenced at two sites near High Level, Alberta and discussions continue concerning other field sites.

Aquatic Ecology Division

The Aquatic Ecology Divison is primarily concerned with the effects of various types of environmental stress such as contamination, climatic variability, etc. on aquatic ecosystems.

The knowledge base needed to establish water-quality criteria for many polluting substances is largely inadequate or non-existent. Most current information comes from laboratory experiments with single species of test organisms and deal with lethal levels. However, long-term ecosystem effects may occur at much lower concentrations or natural processes may ameliorate the toxic effects. The Aquatic Ecology Division is using an unique experimental troughs system to assess how microbial communities are affected by pollutants and the conditions which influence effects. Field and laboratory studies are also underway on the availability of toxic metals.

Chemical analysis of water or sediment is often not sufficient to determine the cumulative or additive effects of sublethal concentrations of toxics and their derivatives. Benthic organisms appear to offer a possible measure of the long-term environmental impact of both current and past conditions. One recent study is examining the deformities in *Chironomus* and *Procladius* larvae as indices of environmental stress.

The interactions between chemical substances and biota are extremely complex and poorly understood. This applies particularly to metal speciation, microbial transformations of toxic substances, synergistic/antagonistic effects of mixtures of toxic substances and the ecological functions of humic matter, clay and oxides. Some aspects of these problems are addressed in the Qu'Appelle River lakes mercury study.

Experimental River Ecology

Research at the Experimental Troughs Research Apparatus (EXTRA), near Chase, B.C. has focussed on the effects of nutrients (primarily phosphorus) on autotrophic production in rivers. This work has clearly demonstrated that the growth response of algae in rivers, as a function of phosphorus enrichment, shows saturation kinetics and that the concentration of phosphorus, above which there is no longer an effect, is extremely low. This information has major implications for the establishment of water quality objectives for rivers in Canada and for the regulation of nutrient pollutants in certain rivers.

Flin Flon Heavy Metal Speciation/ Availability Study

The field and laboratory work for a study on the availability of toxic metals to fish and the relationship between metal speciation and bio-availability has been completed. Data are being examined and evaluated.

Biological Assessment of Environmental Quality

Microscope studies are being conducted to investigate structural anomalies in chironomids collected from various polluted regions. Such studies are focussing on the morphology of the head capsule, especially in the genera *Chironomus* and *Procladius*.

Qu'Appelle River Lakes Mercury Study

Field and laboratory work designed to understand the effects of different biogeochemical processes and environmental factors on the methylation and demethylation of mercury by sedimentary microbes has been completed. Results should provide a basis for comparing pathways in Prairie and Shield lakes and for judging the merits of different methods for estimating ecologically important mercury fractions in sediments.

Staff

Aquatic Ecology Division

Dr M.L. Bothwell
Dr T.A. Jackson
R. Kirkland
P. Trischuk (Secretary)
Dr W.F. Warwick

Research Support Division

The Research Support Division was created in 1987 to consolidate the institute's technical resources and provide logistic support for NHRI's science programmes. It consists of three sections: Scientific Operations, Computation, and Instrument Technology.

Scientific Operations Section

This section is responsible for the operation of three central laboratory facilities (Chemistry, Scanning Electron Microscope, and Geotechnical), logistic preparations, field support and laboratory research support. There are 14 full-time technicians and as many as seven term employees.

The Central Chemical Laboratory provided analytical support for a variety of research projects including ground-water characterization, biogeochemistry of mercury, and low-level anions for paleoglaciology. Atomic absorption spectrophotometers, gas chromatographs and an ion chromatograph are now operational with improved detection limits and sensitivity.

The Scanning Electron Microscope was installed at NHRC late in the fiscal year. The equipment includes a JEOL scanning electron microscope with a Kevex energy dispersive analyser and a Hexland cryo-preparation and transfer accessory. This instrument will provide NHRC with a state-of-the-art capability in high-resolution photomicrography, energy dispersive X-ray analysis and computerized feature analysis. A preparation laboratory was constructed to support the facility. A technician has been assigned to develop methodology applicable to the elemental composition of sediments and soils, particle morphology and periphyton attachment research.

The Geotechnical Laboratory will do research on sediment particle sizing, soils analysis, and physical properties of snow and ice.

The Operations Office of the section is responsible for vehicle fleet management and field logistics. Eight remote field sites are maintained. A three-year vehicle fleet-renewal plan has been developed. A staging area, with outside access for vehicles, supports equipment preparation for field work.

Technicians are also assigned directly to the science divisions and for the duration of research projects. They apply their specialized knowledge of aquatic biology, ground water and hydrology to the collection and preparation of data in support of the research scientists of NHRI.

Computation Section

This section provides support for an increasingly computerized scientific environment. In the computer-programming area, staff develop and modify programs for the science community from complex numerical models to PC-based operating and data systems. Assistance is provided to the technical staff for the development and simplification of data base and graphics packages. In the digital area, staff support computer hardware, data collection and conversion packages as well as data communications from off-site installations and data conversions by user bureaus. Engineering design and the development of interface and data platforms are undertaken.

The section is also responsible for the operations of the Departmental Office Technology System (DOTS), short- and long-term co-ordination of computer procurement and compliance with departmental information technology guidelines.

Staff

Research Support Division

S.D. Baird
J.A. Banner
K. Best
D.B. Bucilla
T.E. Carter
C.A. Casey
P.W. Cheung
R.O. Christie
J.A. Dalton
M. Griffin
C. Heseltine (Secretary)
E.W. Marles
T.W. Maxin
J. Mollison
C.R. Onclin
D. Schroeder
K.J. Supeene
J.P. Tisdale
M.J. Waiser
K. Wallace

Instrument Technology Section

This section supports research projects by constructing and specifying new instruments and providing equipment interfacing, pretesting, calibration and repair services. Specific developments during the past year include the following:

a) **Snow Impedance Cells**

Snow impedance cells and the equipment required to measure snow structure and characteristics using an a.c. impedance method were supported and developed.

b) **TDR Soil Moisture Probes**

Time-Domain Reflectometry (T.D.R.) probes for determining soil-moisture content were further developed and fabricated. The small probes can be "scanned" using a portable d.c.-powered T.D.R. oscilloscope. The probes are used to provide a moisture versus depth profile in the ground.

c) **Airborne Particle Samplers**

Previously-designed water-sediment samplers were modified, enlarged, and stacked vertically to provide a method of intercepting and sampling wind-borne particles. The units were deployed in an experimental field site where profiles of the wind and associated meteorological data were obtained.

d) **F.I.A.T.**

The section was extensively involved with the development of the Facility for Indoor Aquifer Testing (F.I.A.T.). Support was given in the selection of the computer and the associated measurement instrumentation. Temperature and pressure sensors/transducers were selected, modified, interfaced, and calibrated to provide accurate test and monitoring data. Software was developed to control the sampling, data acquisition, and system monitoring.

e) **Calibration Laboratory**

The need for standard calibrations led to the first developmental phase of a calibration laboratory. This included the installation of temperature and pressure facilities for calibrating sensors. Preliminary work has begun to add a.c. and d.c. standards for the upcoming year.

Staff Services Division

The Staff Services Division provides administrative and financial services, building, property and material management, and an office technology system to NHRC employees with the Inland Waters Directorate. Services are also provided to the two components of the Atmospheric Environment Service located in the National Hydrology Research Centre.

Administrative Services Section

Various administrative services are provided to the Director, National Hydrology Research Institute, including multi-year operational plans, compilation of main estimates, long-term operational plans, and institute work plans. In addition, staff in this section compile conference and overseas travel plans, chair the contract review committee, sit on the institute computer committee, health and safety committee, fire emergency committee and the labour-management committee. In addition, they administer the Access to Information Act, prepare reports on the utilization of person-years, analyse financial data, prepare monthly reports for Institute management, coordinate all staffing and training with the Regional Personnel Office, Regina, and manage the newly-implemented Departmental Office Technology System (DOTS).

In June, 1987, this section co-ordinated Environment Week activities which included a visit to the Centre by the Minister of the Environment, the Honourable T.M. MacMillan.

Building and Property Services Section

The National Hydrology Research Centre is situated on property located within the Innovation Place research park north of the University of Saskatchewan campus in Saskatoon. The building has a total gross area of 10 975 m^2, consisting of two levels with a partial third floor. A complex computer system provides a broad range of data gathering and automatic control capabilities suitable for heating, ventilation and air conditioning monitoring and energy management functions.

The Building and Property Services Section is responsible for the physical operation and maintenance of the building, equipment, grounds and parking lots within the confines of the National Hydrology Research Centre. It also provides technical assistance, building modifications, installation of specialized equipment and day-to-day operations for all tenants of the Centre. The section is managed by a property manager and one assistant. Operations are handled by some twenty-eight separate contractors in the private sector.

A major accomplishment of the Building and Property Services Section was the design and installation of a computer networking system.

Materiel Management Section

The Materiel Management Section provides centralized procurement, inventory control of accountable assets, warehousing, management of stationery and stores, and shipping/receiving services to all tenants of the Centre. A major undertaking during the 1987/88 fiscal year was participation in a joint inventory project with departmental headquarters and Supply and Services Canada for the purpose of identifying all scientific equipment for NATO codification.

The section also provides mail, courier, telex, telecopier, photocopying and disposal of records services to all occupants of the Centre.

Financial Services Section

The Financial Services Section provides computer accounting through the use of the Automated Financial Management and Accounting System (AFMAS), for NHRI and the Hydrometeorological Research Division (AES).

The section is responsible for services related to financial management with other federal, provincial and municipal government departments, central agen-

Staff

Staff Services Division

M.A. McPhee
J.L. Akre (Secretary)
S.J. Tippins
H.R. Black
B.J. Badger
B.J. Doell
P.K. Gregory
L.A. Eirikson
C. Fabbro
B.M. Lloyd
R.J. Lere
B.A. Waldbauer
R. Blanchette

cies and private sector suppliers concerning revenue and/or payment of accounts. It also participates in the planning process through the development of financial plans and preparation of the main estimates.

Graphics Section

The Graphics Section organizes and coordinates the visual products of NHRC. This service includes the provision of advice on production methods and associated costs for drafting, photography, illustration, displays, and printing. The majority of projects are contracted out to the private sector and other government agencies; however, preliminary designs and some artwork are produced with in-house resources. In addition to the consulting and production responsibilities, an inventory of audio/visual and photographic equipment is maintained for seminars and field use.

Notable projects completed in 1987/88 were the design for the NHRC canteen facility, a building directory for the main lobby, implementation of a public address system for the seminar room, and designs for the NHRC newsletter. Additional responsibilities included assisting in organizing special events and maintaining current knowledge in graphic arts by researching products and attending trade shows and seminars.

Water Quality Branch

The Water Quality Branch (WQB), Inland Waters Directorate, with its main regional office in Regina, contributes to the federal role of ensuring that water resources are protected and enhanced for the greatest social and economic benefit of all Canadians. It undertakes activities such as maintaining an inventory of baseline water information, identifying pollution problems, monitoring interjurisdictional waters and determining compliance with water-quality objectives. The Analytical Services Division (WQB, Western and Northern Region) occupies approximately 280 m^2 of laboratory space in the National Hydrology Research Centre. A shipping and receiving area, a computer terminal room and three offices complement these laboratory facilities. Computer terminals are connected to the regional WQB VAX 750, situated in Regina, and are used by the staff for sample log-ins, data entry, text editing and communication with Regina and the District Resource offices.

The main role of the laboratory is to provide nutrient analysis of water in support of the Water Quality Branch's monitoring and surveys programmes and to assist Federal-Provincial cost-shared water-quality monitoring programmes in the Western and Northern Region.

In addition, the laboratory determines on a routine basis pH, alkalinity, physical parameters, boron, chlorophyll-a, cyanide, phenolics and sulfide.

In addition to providing analytical services, the laboratory ships regional samples to the National Water Quality Laboratory in Burlington, logs-in Western and Northern Region samples to the regional data base, provides sample bottles to the regional field staff as well as advice on various matters to the Chief of the Water Quality Branch and to the Surveys and Objectives, and Monitoring and Agreements Divisions.

The laboratory staff consists of three chemists and three laboratory technicians. Employees hired through contracting-in arrangements and working on-site at the laboratory provide most of the shipping/receiving and bottle washing functions, and contribute to some of the analytical work. The contracted-in staff are funded through cost recovery for analytical work done for other agencies such as provincial clients and other federal agencies, including NHRI, under formal or co-operative arrangements.

The group has been able to analyse a larger number of samples, through increased automation, without sacrificing quality of data. High-speed continuous flow analysers (TRAACS system) have been acquired to improve both the quality of analyses and the overall productivity of nutrient analyses. A new, more sensitive and more rapid automated colorimetric method for measuring ammonia in water has been implemented to replace the existing manual ion-selective electrode technique. In 1987/88, the laboratory received 2855 samples, compared to 1637 in 1986/87 and 1209 in 1985/86.

Evaluation of several existing methods has led to improvements in procedures in several cases and has indirectly contributed to an enhancement of the Water Quality Branch's data base for various environmental parameters.

Staff

Analytical Services Division

J.G. Zakrevsky
F. Cyr
M.B. Holliday
G.P. Lee
K.M. Peru
R.J. Scott

Atmospheric Environment Service

HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCH DIVISION
(Canadian Climate Centre)

The Hydrometeorological Research Division came into existence in October of 1986, the same month the National Hydrology Research Centre officially opened. The Division is a component of the Applications Branch of the Canadian Climate Centre. It was formed to expand the capabilities of the Atmospheric Environment Service (AES) in hydrometeorology and hydroclimatology, and to encourage collaboration between the hydrological and meteorological sciences.

Within the Canadian Climate Centre (CCC), the Hydrometerological Research Division has a mandate to undertake national research programmes related to hydrometeorological and hydroclimatological processes and to carry out regional hydrometeorological studies in western and northern Canada. It also responds to requests for hydrometeorological research in western Canada where the capability does not exist in the AES regions.

To some extent, 1987/88 was a year for hiring personnel and for acquiring some essential scientific equipment. The number of personnel increased from two to eight. Permanent staff joining the Division included two research scientists, Drs Geoff Kite and Geoff Strong, two meteorologists, Les Welsh and Don Bauer, and a technician, Dan Matthews. Joe Eley joined the Division as a long-term employee. Other personnel working in the Division on a short-term basis included Bill Thompson, Dr John Knox, Virginia Whittrock and Bill Simm. In addition, four students worked in the Division, including three during the summer of 1987. The Division took delivery of an image analysis system and considerable effort was directed to getting the system running. A major effort was also invested in assessing options for acquiring volume scan radar data on a routine basis from Elbow, Saskatchewan.

The primary thrusts of the hydrometeorological programme have been in the areas of hydroclimatology and remote sensing. Other priority areas are Prairie evaporation studies, Arctic and alpine hydrometeorology and quantitative precipitation monitoring and forecasting.

Hydroclimatology Programme

This programme deals with climatological variability and change and their effect on water resources. A number of initiatives have been undertaken which have provided insight into the importance of regional climatic variations in controlling water resources availability and, to some extent, usage. The programme is directed at characterizing precipitation patterns of the past and understanding the role of precipitation in the hydrological cycle and the global climate system. Some of the specific initiatives are listed below.

a) Frequency Analysis of Meteorological Drought in the Saskatchewan Portion of the South Saskatchewan River Basin

A study was undertaken for the water quantity component of the Canada-Saskatchewan South Saskatchewan River Basin Study dealing with the frequency, severity and duration of droughts in the Saskatchewan portion of the South Saskatchewan River Basin. Monthly precipitation data for 12 long-term climatological stations in and adjacent to the basin were used to prepare a time series of monthly deficits and surpluses of "effective precipitation" for six sub-regions in the basin. Criteria for specifying drought were developed and applied to these time series to identify droughts within the period of record. Frequency analysis and extreme value analysis were used to calculate the mean recurrence interval for droughts of various severity. A draft report has been prepared and submitted to the Director of the South Saskatchewan River Basin Study.

b) Techniques for Drought Prediction

There is considerable concern among

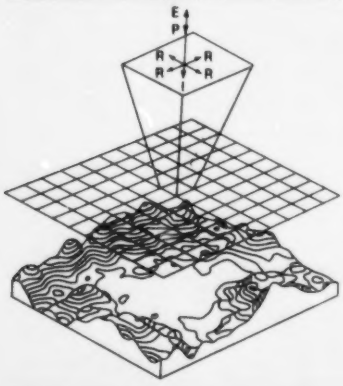
Staff
Hydrometeorological Research Division

R.G. Lawford
D.J. Bauer
F.J. Eley
S.J. Forsberg (Secretary)
Dr G.W. Kite
D.W. Matthews
Dr G.S. Strong
L.E. Welsh

Staff
Saskatchewan Inspection Office

K. Leek
N. Arvidson
D. Greer
R. Risbey
G. Toffelmire

HYDROLOGIC MODEL
for remote sensing data



water managers, farmers and the agricultural communities in western Canada about advance warning of drought events. In reponse to this, the University of Saskatchewan was contracted to review the techniques available for predicting drought. While we can rely on the accuracy of numerical models to increase for the 2-3 week time frame, there is little guarantee that they will ever be able to extend their predictive range beyond a month. The review identified several possibilities for using teleconnection patterns to identify periods when drought events could occur. These findings will provide guidance for future research in this area and will be summarized in a CCC report in the summer of 1988.

c) Climate Variability, Change and Hydrology

An article summarizing the research needs related to climate variability and change and the hydrological cycle was presented to a symposium hosted by the Alberta Climatological Committee in October of 1987. The paper reviewed the state of knowledge regarding linkages between the climate and the hydrological cycle and identified some of the unknowns involved in climate change impact studies.

d) Relationship Between Mid-Tropospheric Flow Patterns and Wet and Dry Months on the Prairies

A study of mid-tropospheric circulation patterns associated with wet and dry months in the agricultural areas of the Canadian Prairies was carried out. It was possible, through areal averaging, to identify months and regions when it was extremely dry and extremely wet. Furthermore, there are characteristic flow patterns in the mid-troposphere associated with these months which vary depending on whether the precipitation anomalies are in Alberta, Saskatchewan or Manitoba. Wet and dry months in a particular area tend to be associated with similar flow anomaly patterns, but with a reversal of the sign of the height anomalies. This work has implications for long-range precipitation forecasts and indicates that monthly, and perhaps even seasonal, forecasts of precipitation could be developed through a focus on flow patterns. The results will be presented at various conferences and will be published in 1988.

e) Possible Impacts of Climatic Warming Scenarios in the Saskatchewan River Basin

A study was undertaken of the possible effects of climatic change on streamflow in the Saskatchewan River Basin using two different climate warming scenarios. Scenarios from models developed by the Goddard Institute of Space Studies and the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory were used to approximate the climate under doubled CO_2 conditions. A streamflow estimation technique was used to assess flow at The Pas under normal conditions and under the climate warming scenarios. The results of the two scenarios differed considerably, suggesting that more research is needed to develop general circulation models which more effectively incorporate the effects of topography and related land-surface processes. It is planned to publish this work as a CCC report in 1988.

Remote Sensing Programme

The Division is exploring ways in which hydrometeorological fields can be derived from satellite imagery and incorporated into hydrological models. As a first step in this process an image analysis system was purchased from PCI in Toronto. Implementation took longer than expected due to software design flaws and the quality of system documentation. These problems have now been solved and a programme of work has been developed.

The main project involves using hydrometeorological fields derived from NOAA satellite imagery for streamflow forecasting. The objectives are to use

satellite data in a hydrometeorological model in different physiographic and climatic areas; to use this model as a test-bed for different physically-based components and to develop a land phase component for climatic general-circulation models. A distributed hydrological model, with a snow component, is being applied on a micro-computer using data from satellite as well as conventional ground-based meteorological and hydrological data. Two basins in western Canada with significant snowpack are being studied; the Kootenay and the Souris.

Prairie Hydrometeorological Processes

The Division hosted a workshop on evaporation during the spring of 1987. This was intended to encourage technology transfer and to aid in the identification of future research priorities in evaporation and evapotranspiration. Approximately 55 experts from universities, water management agencies and government research laboratories in western Canada attended the workshop with the greatest representation coming from the hydrological and the agricultural communities. The presentations and discussions at the workshop focused on three general areas: evaporation measurements, remote sensing applications and the modelling of evaporation and evapotranspiration.

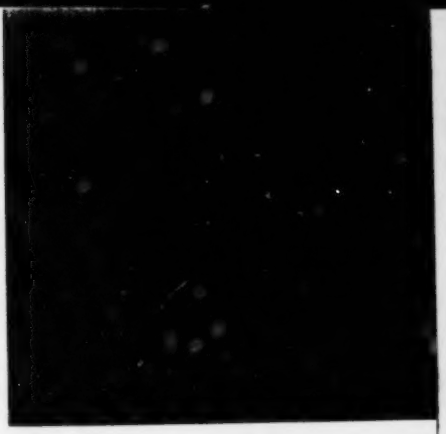
The recommendations dealt with both the measurement and modelling aspects of evaporation and evapotranspiration. There is a need for procedures to generate official estimates of evaporation in place of the present Class "A" pan observations. Further research is needed to fully use remote-sensing data for estimating evapotranspiration. Further development of practical evapotranspiration models was recommended, with emphasis on the refinement of proven models. The Division is developing a programme of activities to address these recommendations. The proceedings of this workshop are included in a CCC report available through the Division.

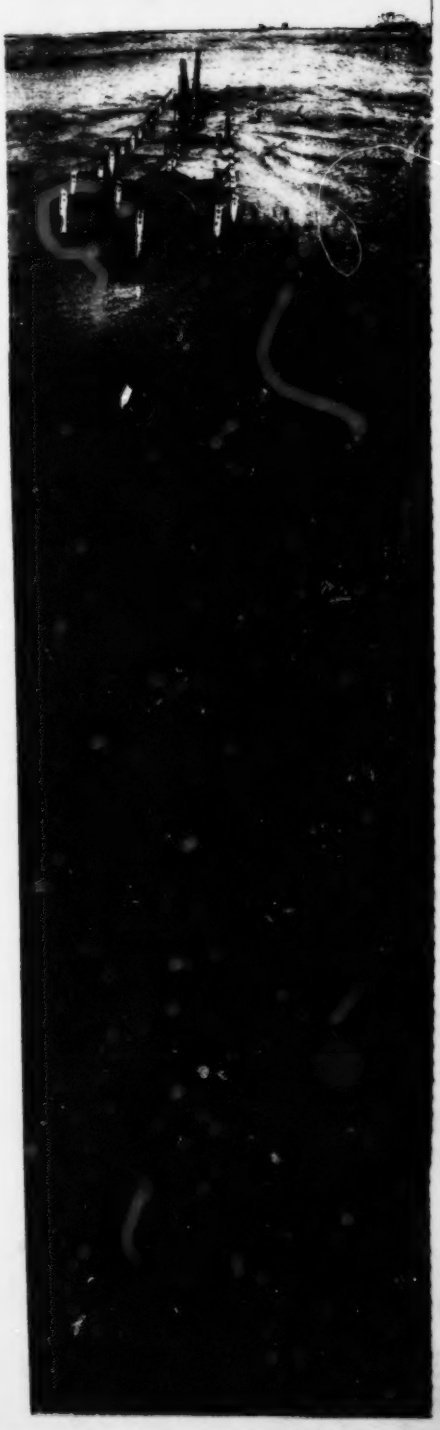
A review of the effects of diversions of differing sizes was undertaken and the results were presented at the November 1987 CWRA symposium on "Interbasin Transfer of Water". The possible effects of Lake Diefenbaker on precipitation patterns were examined. While variations in precipitation were found between the periods before and after the creation of Lake Diefenbaker, there were variations of equal or greater magnitude in other parts of the province. The Lake Diefenbaker area could not be linked unambiguously to these variations in precipitation. A second diversion considered was the James Bay diversion proposed by GRANDCO. The loss of fresh water inflow to the Arctic Ocean may be the largest effect which could arise from implementing this project.

Quantitative Precipitation Forecasting

Efforts are underway to upgrade the Elbow radar so that radar data can be archived on an on-going basis. A number of options for accomplishing this upgrade were reviewed and implementation plans were developed in collaboration with the Central Region of AES. Plans were developed in consultation with the Saskatchewan Water Corporation and the Irrigation Development Centre for an Irrigation Scheduling Information System based on the radar-derived precipitation patterns from the Elbow radar.

The Division has been participating in the development of a programme for Extreme Weather Research for the Prairies. This will be a co-operative venture between the Alberta Research Council, the University of Alberta, the Saskatchewan Research Council, and the Atmospheric Environment Service.





METEOROLOGICAL INSPECTION OFFICE

The Saskatchewan Inspection Office of the Atmospheric Environment Service is responsible for the installation, maintenance, and inspection of weather stations in Saskatchewan and selected sites in the Northwest Territories. The office is staffed by three meteorological inspectors, and two electronic technicians.

Travel occupies a large part of the office's time. During this past fiscal year the staff logged in excess of 160000 km by road and by air getting to and from the locations to be visited.

Its area comprises 23 mainline weather stations, such as Saskatoon and Regina, seven automatic weather stations, located in towns like Eastend and Uranium City, and approximately 240 volunteer weather observers, situated in small towns and on farms around the province.

As in previous years, all mainline stations were visited regularly in 1987-88 to ensure continuity and completeness of data. A total of 48 inspections were carried out at these locations, with the climate network receiving 195 visits. Some sites were selected for upgrading of facilities and others received completely new facilities.

Each visit to a mainline station requires approximately a week of time in order to complete a full inspection of the equipment and programmes. Inspections of automatic weather stations are shorter, usually only a day, but more frequent, twice per station per year.

Nine stations are operated in total or in part by contract weather observers. Another facet of our job is the on-the-job training and certification of these people. The inspectors spent about four weeks on this task at various locations in Saskatchewan.

The electronic technicians share responsibility for the maintenance of the electronics at the seven automatic weather stations; the weather radar equipment at Elbow, Saskatchewan; and the weather radio equipment at the Saskatoon Airport. This responsibility includes monitoring and maintenance of the equipment. Approximately 48 visits were made to the automatic stations on a scheduled basis, with other visits as necessitated by failures. The radar site at Elbow is inspected bi-weekly, and on an emergency basis as required.

One of the electronic technicians spent four months at Resolute Bay, N.W.T. as part of the inspection office's commitment to staffing an electronic technician position in the High Arctic.

Other projects for the year 1987/88 included the installation of Campbell Scientific weather equipment at Meadow Lake and Nipawin, the relocation of climatological stations at Weyburn and Outlook, upgrading of instrument areas at Resolute Bay, N.W.T., Yorkton, Saskatoon, Wynyard and Prince Albert, Saskatchewan, and the installation of new operations buildings at Nipawin and Wynyard, Saskatchewan.

AES also maintains an Air Quality Monitoring station at Cree Lake, Saskatchewan, which is visited four times annually to ensure the equipment is operating properly, and that staff continue to adhere to established practices. The air quality programme also requires that two inspectors each spend a week on course yearly to refresh their knowledge and skills with regard to this high-profile study.

Each year selected climatological stations are given "awards" during Environment Week. This year awards were made to six volunteer weather observers for both long service and excellence of reports.

Although field work accounts for nearly 75% of the workload of this office, the remainder of the time is well spent. Field equipment is repaired and calibrated; work plans are prepared, modified and executed; and supplies are procured in order to prepare for trips. This office maintains four vehicles, and our responsibility includes insuring that they are road-worthy at all times. We process invoices for payment; deal with contrac-

tors when weather stations are under construction; and respond to telephone requests for replacement equipment. We are generally involved in the development of weather stations, from the drawing of blueprints, to the trenching of cables and installation of equipment, to the final finished product, and this involves a great deal of planning to ensure that all the requirements are met.

In sum, the 1987/88 year was typical. We spent a lot of time "on-the-road", completing scheduled inspections, visiting weather reporting stations and completing projects to improve existing facilities. Unscheduled visits were kept to a minimum. 1988/89 is shaping up to be another busy year, with more projects coming on stream, and a repeat of the scheduled inspections and visits.

Dr. V. Klemeš

Dr. T.M. Dick

S. Hamson

DIRECTOR

L.E. Watson

M.A. McPhee

J.L. Akre

D.K. MacKay

B.A. MacEwan

J.A. Gilliland

P.A. Kerr

P. Trischuk

B.A. Waldbauer

S.J. Tippins

L.A. Eriksson

Dr. W. Nicholaichuk

C.S.L. Ohmonney

Dr. T.D. Prowse

Dr. L.M. Johnston

G.D. Grove

Dr. M.L. Bothwell

R.C. Blanchette

H. Black

B.M. Lloyd

S. Figueras

Dr. G. Holdsworth

Dr. P. Marsh

H.D. Craig

A. Vandenberg

Dr. T.A. Jackson

P.K. Gregory

B.J. Badger

R.J. Lore

Dr. A.C. Vandaelewijckx

Dr. R.I. Perla

S.C. Bigras

Dr. V.T.J. Naong

Dr. K.J.D. Ridley

Dr. W.P. Warwick

B.J. Doell

C.A. Fabbro

Dr. B.C. Kenney

C. Mokwunye-Zuben

M.N. Demuth

M. Lapointe - Educational Leave

Dr. H.A.M. Chaw

D. McNaughton

R.A. Kirkland

STAFF SERVICES

SURFACE WATER

GROUND WATER

AQUATIC ECOLOGY

NHRC 87/88

S.D. Baird

C. Hesselink

H.G. Lawford

S.J. Forsberg

K. ...cox

J.G. Zakrevsky

T.E. Carter

C.A. Casey

E.W. Marles

J.A. Dalton

K.J. Supeene

L.E. Welsh

Dr. G.W. Kite

R. Risbey

F. Cyr

M.J. Waser

K. Wallace

C.H. Onclin

M. Griffin

J.P. Tiedale

D. Bauer

Dr. G.S. Strong

N. Arvidson

M.B. Holliday

R.D. Christie

J.A. Banner

T.W. Mann

D.B. Bucnia

J. Mahoon

D.W. Matthews

K.J. Elex

G. Tofflemire

K.M. Peru

P.W. Cheung

D. Schroeder

K. Best

HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCH

METEOROLOGICAL INSPECTION

R.J. Scott

RESEARCH SUPPORT

ATMOSPHERIC ENVIRONMENT

WATER QUALITY

Publications and Reports

Adams, W.P., Prowse, T.D. and Granberg, H., 1987. Observations on floating snowpacks: lakes, rivers and the sea. In - Snow Property Measurement Workshop, 1-3 April 1985, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, P.R. Kry (Compiler), Associate Committee on Geotechnical Research Technical Memorandum No.140, National Research Council of Canada (NRCC 27594), Ottawa, Ontario, April, 313-346

Alford, M.E. and Carmack, E.C., 1987. Observations on ice cover and streamflow in the Yukon River near Whitehorse during 1983/84. NHRI Paper No.32, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.152, Inland Waters/Lands Directorate, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 63 pp.

Alford, M.E. and Carmack, E.C., 1987. Observations on ice cover and streamflow in the Yukon River near Whitehorse during 1984/85. NHRI Paper No.34, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.155, Inland Waters/Lands Directorate, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 24 pp.

Banner, J.A., 1986. Time lapse photography - a ten year update. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Workshop '86, 13-14 May 1986, Burlington, Ontario, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, abstract, 15

Bigras, S.C., 1986. Instrumentation associated with the Mackenzie Delta lake regimes study. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Workshop '86, 13-14 May 1986, Burlington, Ontario, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, abstract, 14

Bigras, S.C., 1987. Lake regimes, Mackenzie Delta, N.W.T., 1984. NHRI Contribution No.87005, Surface Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, April, 52 pp.

Bothwell, M., 1987. Phosphorus control of algal production in the Thompson River, British Columbia. NHRI Contribution No.87002, Aquatic Ecology Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, May, 41 pp.

Campbell, C.A., Selles, F., McConkey, B., Zentner, R.P., Nicholaichuk, W., Biederbeck, V.O. and Schnitzer, M., 1987. Interaction of fertilizer N and P and snow conservation on yield of spring and winter wheat in southwestern Saskatchewan. 1987 Annual Report, Project 22310-1580-81-51, Potash and Phosphate Institute, Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan, 51 pp.

Canada, Environment Canada, 1987. National Hydrology Research Institute - Annual Report 1986 - 87. National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 24 pp.

Canada, Secretary of State and Energy, Mines and Resources, 1987. Generic terms in Canada's geographical names. Terminology Bulletin No.176, co-published by Secretary of State and Canadian Permanent Committee on Geographical Names, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, Ontario, 311 pp.

Carmack, E.C., Wiegand, R.C., Marles, E.M., Alford, M.E. and Chamberlain, V.A., 1987. Physical limnology of an ice-covered lake with through-flow: Lake Laberge, Yukon Territory. NHRI Paper No.35, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.157, Inland Waters/Lands Directorate, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 56 pp.

Christie, R.O., 1986. NHRC Branch overview. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Workshop '86, 13-14 May 1986, Burlington, Ontario, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, abstract, 14

Carter, T., 1987. Facility for indoor aquifer testing (F.I.A.T.). NHRI Contribution No.87006, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 34 pp.

Davis, R.E., Dozier, J. and Perla, R., 1987. Measurement of snow grain properties. In - Seasonal Snowcovers: Physics, Chemistry, Hydrology, H.G. Jones and W.J. Orville-Thomas (Editors), NATO ASI Series, Series C: Mathematical and Physical Sciences, Vol. 211, Proceedings of the NATO Advanced Studies Institute on Chemical Dynamics of Seasonal Snowcovers, 13-25 July 1986, Les Arcs, France, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 63 -74

Dozier, J., Davis, R.E. and Perla, R., 1987. Snow microstructure measurements using stereology. In - Snow Property Measurement Workshop, 1-3 April 1985, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, P.R. Kry (Compiler), Associate Committee on Geotechnical Research Technical Memorandum No.140, National Research Council of Canada (NRCC 27594), Ottawa, Ontario, April, 59-69

Fogarasi, S. and Mokievsky-Zubok, O., 1987. An analysis of flow data from Sentinel Creek, British Columbia: Part 1. NHRI Contribution No.87012, Surface Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, December, 43 pp.

Halstead, E.C., 1986. Ground-water supply, Fraser Lowland, British Columbia. NHRI Paper No.26, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.145, Inland Waters Directorate, Saskatoon, Saskatchewan, 80 pp. + maps

Hess, P.J., 1986. Ground-water use in Canada, 1981. NHRI Paper No.28, National Hydrology Research Institute, IWD Technical Bulletin No.140, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, 43 pp. + maps

Holdsworth, G., 1987. Reviews - Icebergs: a bibliography relevant to eastern Canadian waters. Edited by Lynne M. Howard. Environmental Studies Revolving Funds Report No.030: ESRF, 1986. Softbound. Cdn $55. Arctic, 40(1), March, 87-88

Holdsworth, G., 1987. The surface wave forms on the Ellesmere Island ice shelves and ice islands. In - Workshop on Extreme Ice Features, G.R. Pilkington and B.W. Danielewicz (Compilers), 3-5 November 1986, Banff, Alberta, Snow and Ice Subcommittee, Associate Committee on Geotechnical Research, Technical Memorandum No.141, National Research Council of Canada (NRCC 28003), Ottawa, Ontario, June, 385-403

Hooke, R.LeB., Johnson, G.W., Brugger, K.A., Hanson, B. and Holdsworth, G., 1987. Changes in mass balance, velocity, and surface profile along a flowline on Barnes Ice Cap, 1970-1984. Canadian Journal of Earth Sciences, 24(8), August, 1550-1561

INTERA Technologies Limited, 1987. Feasibility study for a field sampling program to monitor impacts resulting from *in situ* heavy oil subsurface disposal practices. NHRI Contribution No. 88001, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, contract report prepared by Intera Technologies Ltd., Calgary and Ottawa, funded by the Federal Panel on Energy Research and Development (PERD), July, 81 pp.

Jackson, T.A., 1987. Methylation, demethylation, and bio-accumulation of mercury in lakes and reservoirs of northern Manitoba, with particular reference to effects of environmental changes caused by the Churchill-Nelson River diversion: Final report on Project number 2.3 of the study of mercury in northern Manitoba carried out in accordance with the Canada-Manitoba Agreement. In - Technical Appendices to the Summary Report, Volume 2, Canada-Manitoba Agreement on the Study and Monitoring of Mercury in the Churchill River Diversion, Governments of Canada and Manitoba, 89 pp.

Johnston, L., 1987. Ground water - why worry? NHRI Contribution No.87008, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 18 pp.

Johnston, L. and Craig, D., 1987. Turkey Lakes water study: hydrogeological instrumentation and aquifer materials. NHRI Contribution No.87004, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, revised edition, 27 pp.

Johnston, L. and Craig, D., 1987. Status report: ground water studies in the acid rain program. NHRI Contribution No.87022, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 17 September, 17 pp.

Kirkland, R.A. and Gray, C.B.J., 1986. Reconnaissance of the chemical and biological limnology in four large lakes of the Yukon River basin. NHRI Paper No.33, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.153, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 23 pp.

Klemeš, V., 1987. Chapter 7. Drought prediction: a hydrological perspective. In - Planning for Drought, D.A. Wilhite, W.E. Easterling and D.W. Wood (Editors), Westview Press, Boulder, Colorado, 81-94

Klemeš, V., 1987. Reply to Comment on "Dilettantism in hydrology: transition or destiny?" by Z.W. Kundzewicz. Water Resources Research, 23(10), October, 2011-2012

Lyon, K.E. and Patterson, R.J., 1986. Retention of ^{137}Cs and ^{90}Sr by mineral sorbents surrounding vitrified nuclear waste. NHRI Paper No.27, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.148, Inland Waters/ Lands Directorate, Ottawa, Ontario, 19 pp.

Marsh, P., 1987. Factors limiting snowmelt runoff in a permafrost environment. Proceedings, 55th Annual Western Snow Conference, 14-16 April 1987, Vancouver, British Columbia, 61-68

Marsh, P., 1987. Grain growth in a wet Arctic snow cover. Cold Regions Science and Technology, 14(1), 23-31

Marsh, P. and Prowse, T.D., 1987. Water temperature and heat flux to the base of river ice covers. Cold Regions Science and Technology, 14(1), 33-50

Marsh, P. and Woo, M.-K., 1987. Soil heat flux, wetting front advance and ice layer growth on cold dry snow covers. In - Snow Property Measurement Workshop, 1-3 April 1985, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, P.R. Kry (Compiler), Associate Committee on Geotechnical Research Technical Memorandum No.140, National Research Council of Canada (NRCC 27594), Ottawa, Ontario, April, 497-524

McNaughton, D., 1987. Ground water issues in the North. NHRI Contribution No.87009, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 23 pp.

Mokievsky-Zubok, O., 1987. Glacier mass balance for 1986 on Sentinel, Helm and Place Glaciers, British Columbia. Internal Report, Cold Regions Section, Surface Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, January, 16 pp.

Nicholaichuk, W., Gray, D.M. and McConkey, B., 1987. Snow management and meltwater enhancement. Report to the Canada/Saskatchewan Economic and Regional Development Fund, Saskatchewan Agriculture, 18 pp.

Nicholaichuk, W., Leyshon, A.J., Jame, Y.W. and Campbell, C.A., 1987. Boron and salinity survey of irrigation projects and the absorption characteristics of some Saskatchewan soils. Canadian Journal of Soil Science, 68(1), 77-90

Nicholson, J.A., Craig, D. and Foster, N.W., 1987. Precipitation, surface and subsurface water chemistry in a tolerant hardwood forest basin. Proceedings, International Symposium on Acidification and Water Pathways, Vol. 1, 4-5 May 1987, Bolkesjø, Norway, 91-100

Ommanney, C.S.L., 1987. Axel Heiberg Island bibliography. In - Field Research on Axel Heiberg Island, N.W.T., Canada: Bibliographies and Data Reports with Appendices of Data from the McGill Subarctic Research Station, Schefferville, P.Q., P. Adams (Editor), McGill Subarctic Research Paper No.41, Axel Heiberg Island Research Report, Miscellaneous Papers No.2, Occasional Paper No.12, Department of Geography, Trent University, Peterborough, Ontario, Centre for Northern Studies and Research, McGill University, Montréal, Quebec, 5-55

Ommanney, C.S.L., 1987. Axel Heiberg Island visitations. In - Field Research on Axel Heiberg Island, N.W.T., Canada: Bibliographies and Data Reports with Appendices of Data from the McGill Subarctic Research Station, Schefferville, P.Q., P. Adams (Editor), McGill Subarctic Research Paper No.41, Axel Heiberg Island Research Report, Miscellaneous Papers No.2, Occasional Paper No.12, Department of Geography, Trent University, Peterborough, Ontario, Centre for Northern Studies and Research, McGill University, Montréal, Quebec, 56-66

Ommanney, C.S.L., 1987. Report of the Advisory Committee on Glaciological and Alpine Nomenclature. Canoma, 13(2), December, 12-16

Perla, R., Davis, R.E., Dozier, J. and LaChapelle, E.R., 1987. Dilution method for measuring liquid water in snow: field tests in a subalpine snowpack. In - Snow Property Measurement Workshop, 1-3 April 1985, Chateau Lake Louise, Alberta, Canada, P.R. Kry (Compiler), Associate Committee on Geotechnical Research Technical Memorandum No.140, National Research Council of Canada (NRCC 27594), Ottawa, Ontario, April, 71-78

Perla, R. and Sommerfeld, R.A., 1986. On the metamorphism, morphology, and microstructure of snow. In - A Merging of Theory and Practice, Proceedings, International Snow Science Workshop, 22-25 October 1986, Lake Tahoe, California, 98-102

Prowse, T.D., 1987. The albedo of break-up ice covers. Proceedings, 44th Annual Eastern Snow Conference, Fredericton, New Brunswick, 192-196

Prowse, T.D., Anderson, J.C. and Smith, R.L., 1987. Discharge measurement during river ice break-up. Proceedings, 43rd Annual Eastern Snow Conference, 5-6 June 1986, Hanover, New Hampshire, 55-69

Prowse, T.D. and Marsh, P., 1987. Atmospheric and hydrothermal heat flows to intact and fragmented ice covers. I.A.H.S. Workshop on River Ice Covers, August 1987, Vancouver, British Columbia, 21 pp.

Prowse, T.D. and Onclin, C.R., 1987. Timing and duration of river ice break-up. Proceedings, 44th Annual Eastern Snow Conference, Fredericton, New Brunswick, 197-202

Raven, K.G., Bottomley, D.J., Sweezey, R.A., Smedley, J.A. and Ruttan, T.J., 1987. Hydrogeological characterization of the East Bull Lake research area. NHRI Paper No.31, National Hydrology Research Institute, IWD Scientific Series No.160, Inland Waters/Lands Directorate, Saskatoon, Saskatchewan, 77 pp.

Sommerfeld, R.A. and Perla, R., 1987. The permeability of snow. Paper presented at 1987 A.G.U. Meeting, San Francisco, California, EOS, Transactions, American Geophysical Union, 68(44), 3 November, abstract, 1271

Vandenberg, A., 1986. A physical model of vertical infiltration, drain discharge and surface runoff. NHRI Paper No.25, National Hydrology Research Institute, IWD Technical Bulletin No.137, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, 57 pp.

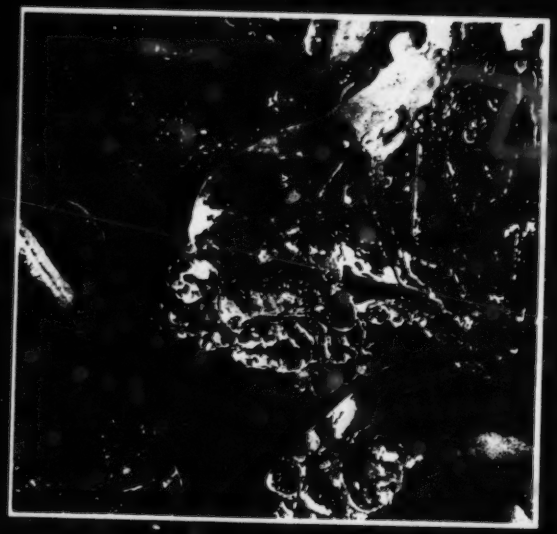
Vandenberg, A., 1987. A hybrid numerical-analytical method for the solution of partial differential equations in ground-water modelling. NHRI Paper No.36, National Hydrology Research Institute, IWD Technical Bulletin No.151, Inland Waters/Lands Directorate, Saskatoon, Saskatchewan, 16 pp.

Vandenberg, A., 1987. A foreward finite difference procedure with exponentially increasing time steps: the method of successive squaring. NHRI Paper No.37, National Hydrology Research Institute, IWD Technical Bulletin No.152, Inland Waters/Lands Directorate, Saskatoon, Saskatchewan, 14 pp.

Wasiuta, V., 1987. Feasibility study: artificial recharge in the Prairie Provinces. NHRI Contribution No.87007, Ground Water Division, National Hydrology Research Institute, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan, 86 pp.

Environnement Canada
Environment Canada

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE EN HYDROLOGIE



RAPPORT ANNUEL

1 9 8 7 - 1 9 8 8

Table des matières

Bureau de la direction .....
Division des eaux de surface ....
Division des eaux souterraines ...
Division de l'écologie aquatique .. 1
Division du soutien de la recherche 1
Division des services au personnel 1
Direction de la qualité des eaux .. 1
Service de l'environnement atmosphérique 2
Publications et rapports 2

Traduction grâce au Bureau des tra ductions, Secrétariat d'État

Centre national de recherche en hydrologie
Rapport annuel 1987-1988

Pour obtenir cette publication, s'adresser à la:

Division d'information scientifique
Institut national de recherche en hydrologie
11 boulevard Innovation
Saskatoon (Saskatchewan)
Canada S7N 3H5

Available in English on request

ISSN 0843-5723

Le Bureau de la direction

Commentaires du directeur

Le rapport annuel du Centre national de recherche en hydrologie (CNRH) pour 1987-1988 diffère du rapport de l'année précédente par un aspect important: il englobe les rapports des autres organismes occupant le CNRH en plus de celui de l'Institut national de recherche en hydrologie (INRH) lui-même.

Les autres organismes situés dans le centre sont la Direction de la qualité des eaux de la Direction générale des eaux intérieures ainsi que la Division de la recherche en hydrométéorologie (Centre climatologique canadien) et le Bureau de l'inspection météorologique du Service de l'environnement atmosphérique, organismes qui sont tous rattachés à Environnement Canada, mais qui font rapport par l'entremise d'une hiérarchie administrative différente de celle de l'INRH. Ils ont toutefois accepté de signaler leur travaux dans le cadre du présent rapport collectif plutôt qu'individuellement. Cette façon de faire présente plus qu'un caractère purement pratique, elle est plutôt représentative de l'interaction entre ces divers groupes au centre. Le CNRH est véritablement un centre de recherche d'Environnement Canada et ces interactions entre les groupes sont nécessaires pour la solution de certains des problèmes environnementaux complexes d'aujourd'hui.

Pour ce qui est de l'Institut national de recherche en hydrologie, l'année 1987-1988 a permis consolidation et croissance. Un nouvel ensemble de programmes axés sur les problèmes, de l'équipement nouveau et une révision de la structure de gestion ont amélioré l'aptitude de l'INRH à aborder la recherche sur les eaux et les problèmes de gestion.

La retraite de planification de l'Institut national de recherche en hydrologie tenue à Waskesiu (Saskatchewan) à l'intention des scientifiques et du personnel de gestion a été l'un des nombreux faits saillants de l'année 1987-1988. Les problèmes en hydrologie aux niveaux national et international ont été examinés et un programme a été élaboré dans le but d'aborder ces préoccupations dans le cadre du mandat confié à l'INRH par Environnement Canada. L'ensemble révisé de programmes qui en a résulté est devenu l'assise du plan d'action de l'INRH en matière de recherche pour 1988-1989. Le nouvel ensemble de programmes s'est mérité un appui considérable lorsqu'il a été présenté à la haute direction dans le cadre d'un forum scientifique.

L'avancement des travaux de recherche exige une technologie de pointe. Cette année, l'acquisition d'un microscope electronique à balayage et le parachèvement de l'installation pour l'analyse des formations aquifères à l'intérieur (Facility for Indoor Aquifer Testing, FIAT) ont constitué des moyens techniques nouveaux facilitant les recherches de l'INRH sur la chimie des eaux souterraines, la biologie aquatique et la glace dans le sol.

Pendant l'année écoulée, les services de soutien scientifique, dont la Section de technologie des instruments et les techniciens affectés à des groupes de recherche spécifiques, ont été unifiés pour former la Division du soutien à la recherche. Cette restructuration permettra d'offrir un soutien et une gestion plus souples et efficaces aux divisions scientifiques et au personnel technique ainsi que de meilleures occasions de promotion de carrière.

Le scientifique principal à l'INRH, V. Klemeš, a accédé cette année à un poste prestigieux lorsqu'il a été élu président de l'Association internationale d'hydrologie scientifique. Monsieur Klemeš a été en communication avec des scientifiques du monde entier suite à son élection. Le CNRH en a également bénéficié puisque M. Klemeš a été en mesure d'organiser la visite au centre de certains de ces scientifiques éminents.

L'addition de nouveau personnel a constitué un autre des faits saillants de l'année écoulée. K.J.D. Ridley et Y.T.J. Kwong se sont joints à la Division des eaux souterraines et plusieurs nouveaux se sont joints à la Division du soutien à la recherche. La Division de la recherche

Personnel

Bureau de la direction

T. M. Dick
S. Hansen (secrétaire)
V. Klemeš
L. Watson

en hydrométéorologie du Centre climatologique canadien (SEA) a également vu l'effectif de son personnel passer de deux à huit, dont deux chercheurs et deux météorologues.

Les avantages de l'établissement de l'INRH au parc scientifique Innovation Place sur le campus de «University of Saskatchewan» se sont également manifestés. L'INRH a été en mesure de bénificier de la proximité des nombreux autres scientifiques travaillant sur le campus, un grand nombre desquels oeuvrent dans des domaines complémentaires de l'hydrologie. Cette proximité est très profitable puisqu'elle facilite les travaux interdisciplinaires nécessaires pour solutionner un grand nombre de problèmes hydrologiques actuels. Nos scientifiques ont pu collaborer avec des collègues du «Saskatchewan Research Council», d'Agriculture Canada, du Service canadien de la faune et, bien entendu, de l'université même.

De plus, trois scientifiques de l'INRH, W. Nicholaichuk, T. Prowse et P. Marsh, ont été nommés professeurs auxiliaires de «University of Saskatchewan». Ces nominations en font des membres agréés du corps professoral et leur permettent de diriger les travaux d'étudiants gradués. Elles reflètent de plus la haute estime de l'université pour nos scientifiques et leurs travaux.

Scientifique principal

Le centre s'enorgueillit de l'élection, à la réunion de l'AIHS tenue à Vancouver à l'automne de 1987, de Vít Klemeš à la présidence de l'Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS) qui fait partie de l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) du Conseil international des unions scientifiques (CIUS). Les tâches du président l'obligent à se rendre dans un grand nombre de pays pour y présider des réunions, pour rencontrer d'autres hydrologistes et pour présenter des communications sur invitation.

M. Klemeš a poursuivi ses recherches sur les propriétés stochastiques des processus cumulatifs d'ordre élevé. Les résultats indiquent que le lien entre les processus géophysiques, biophysiques et socio-économiques prend souvent la forme d'une hiérarchie de processus cumulatifs, p. ex. que les cycles du niveau d'un lac sont la somme nette des aléatoires approvisionnements par les pluies et retraits par évaporation. Cette relation hiérarchique introduit une configuration quasi-cyclique du comportement en fonction du temps qui peut être importante pour la prévision ainsi que pour l'interprétation des enregistrements historiques (p. ex. la reconstitution des climats passés). Une description mathématique proposée du mécanisme montre que la périodicité apparente produite dans la succession chronologique est fonction de la taille de l'échantillon. Des exemples observés et hypothétiques des mécanismes ont été décrits et les conséquences générales pour l'analyse des successions chronologiques empiriques sont examinées.

Certains aspects hydrologiques du phénomène des sécheresses ont également été analysés ce qui a mené aux conclusions suivantes: 1) l'hydrologie peut au mieux contribuer aux prévisions des sécheresses à court et à moyen terme, mais offre peu quant aux prévisions à long terme qui doivent être basées sur les mécanismes des fluctuations climatiques à grande échelle; 2) les processus hydrologiques influencent les sécheresses par des mécanismes d'emmagasinage; 3) les caractéristiques de sécheresses individuelles sont reliées au type de mécanisme d'emmagasinage en cause, c.-à-d. au type de processus d'apport, aux dimensions et à la géométrie du système d'emmagasinage ainsi qu'à son mécanisme de décharge.

La bibliothèque

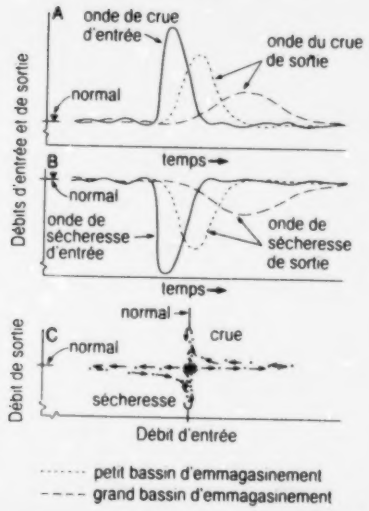
Pendant la première année complète d'exploitation, le personnel de la bibliothèque a complété le cataloguage et les inscriptions au catalogue informatisé de la bibliothèque. Toutes les publications sont maintenant accessibles par

recherche d'auteur, de titre, de sujet et de mots clés. Le catalogue est continuellement enrichi des titres d'ouvrages nouvellement parus et d'ouvrages de référence qui s'ajoutent rapidement à la collection.

La liste des périodiques a été enrichie de vingt nouveaux titres de publications dans le domaine des ressources en eau de manière à tenir compte des nouvelles orientations des programmes scientifiques. Des communications en direct ont de plus été établie avec toutes les grandes bases de données scientifiques nord-américaines, ce qui permet maintenant d'effectuer sur place des recherches documentaires en direct.

En juin la bibliothèque a mis sur pied un programme d'enseignement spécial destiné aux enfants de quatre à six ans dans le cadre des activités de la semaine de l'environnement. Environ deux cent enfants visitaient chaque jour le centre avec leurs professeurs et passaient une heure à la bibliothèque à se renseigner sur l'environnement.

Schéma illustrant la propagation des ondes à partir d'un réservoir.
A : propagation d'une "onde de crue", B : propagation d'une "onde de sécheresse", C : débits d'entrée/de sortie pour les cas A et B.

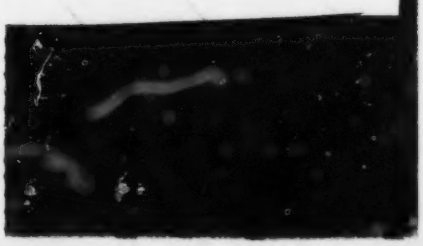


Division des eaux de surface

Personnel

Division des eaux de surface

D.K. MacKay
W. Nicholaichuk
C.S.L. Ommanney
T.D. Prowse
S.C. Bigras
M.N. Demuth
S. Fogarasi
G. Holdsworth
B.C. Kenney
M. Lapointe
P. Marsh
B. McEwan (secrétaire)
O. Mokievsky-Zubok
R.I. Perla
A. Wankiewicz



Les trois états des eaux de surface (gaz, liquide et solide) constituent l'objet du programme de recherches de la Division des eaux de surface. Les répercussions éventuelles de modifications climatiques sur l'approvisionnement en eau présentent un intérêt particulier.

Dans les Prairies la neige est une composante essentielle de la restitution d'humidité au sol et à plus long terme de la disponibilité de l'eau pour l'agriculture. Ainsi, une partie du programme de la Section de l'hydrologie des Prairies traite de la gestion de la neige et de la télédétection du stock nival. Une autre partie du programme étudie la distribution et les voies de cheminement des herbicides et des éléments nutritifs suite à l'irrigation. Les pertes d'eau par évaporation sont évaluées à l'aide du modèle des relations complémentaires de l'évapotranspiration aérolaire (Complementary Relationship Areal Evapotranspiration, CRAE).

La Section de l'hydrologie de montagne s'intéresse principalement à la neige et à la glace, soit l'eau à l'état solide dans le cycle hydrologique. Des études dans la chaîne Côtière et les Rocheuses révèlent des modifications de l'état de la partie de nos ressources en eau dans les réservoirs que sont les glaciers, modifications qui sont principalement importants pour l'irrigation et la production d'énergie hydroélectrique. Les études de bilans massiques hivernaux, estivaux et nets des glaciers Sentinel, Helm, Place et Peyto se sont poursuivies. Le stock nival de montagne à Sunshine (Alberta) a servi de laboratoire sur le terrain pour une étude des propriétés diélectriques de la neige. Ce qui est important ici c'est l'effet de la microstructure et de la teneur en eau de la neige sur les signaux des satellites utilisés pour l'observation et la mesure de la couverture nivale saisonnière.

La neige sèche et la glace de glaciers piègent et conservent un certain nombre de constituants atmosphériques et de signaux climatiques. Ces gaz et aérosols peuvent être retrouvés dans des carottes de glace et mesurés. La séparation des isotopes de l'oxygène fournit une indication de la température et les couches annuelles de neige un relevé des précipitations annuelles. Les méthodes de mesure ont été appliquées à une carotte de glace provenant du mont Logan afin d'obtenir des renseignements environnementaux couvrant les 300 dernières années.

Les réponses aux conditions hydrologiques et climatiques dans le Nord canadien peuvent différer de façon marquée de celles observées dans le sud, de sorte ne soit pas possible d'y appliquer les modèles existants qui ont été mis au point pour la région méridionale. Les scientifiques de la Section de l'hydrologie du Nord étudient la débâcle sur les cours d'eau et la formation d'embâcles sur le fleuve Mackenzie et la rivière Liard. Le refoulement des eaux attribuable à de tels embâcles cause fréquemment l'inondation de comunautés septentrionales. L'hydrologie et le régime des lacs du delta du Mackenzie, qui pourraient être sérieusement influencés par toute tentative de régularisation de l'écoulement, sont à l'étude, tout comme des aspects du bilan énergétique des cours d'eau recouverts de glace. La section entreprend des recherches sur les lacs et les cours d'eau au Manitoba et en Saskatchewan.

La Division des eaux de surface concentre ses efforts sur l'une des principales parties du cycle hydrologique. Ses travaux complètent ceux des deux autres divisions scientifiques qui étudient les eaux souterraines et l'écologie aquatique.

Section de l'hydrologie des Prairies

Gestion de la neige et amélioration de l'eau de fonte

Différentes méthodes d'andainage et de labourage influencent la quantité de neige retenue pendant l'hiver, ce qui améliore les niveaux d'humidité du sol pendant le printemps. Une étude effectuée en collaboration d'Agriculture Canada (B. McConkey) et la Division de l'hydrologie de «University of Saskatchewan» (D.

Gray), qui avait été entreprise en octobre 1986, a déterminé les effets de diverses méthodes d'amélioration de la fonte de la neige sur le ruissellement en surface et la recharge des nappes d'eau souterraines.

Quatre emplacements de recherche sont situés dans les zones de sols bruns et brun foncé de la Saskatchewan afin de mesurer pendant l'hiver les variations de l'humidité du sol résultant du piégeage de la neige au moyen de chaume laissé haut sur pied et par sous-solage à différentes profondeurs et distances. Les rendements à un emplacement amendé ayant reçu 122 mm d'infiltration d'eau de fonte, dont la neige a fait l'objet d'une gestion et qui a été travaillé en profondeur, étaient presque aussi abondants que ceux d'un champ laissé en jachère et marquaient un accroissement de 1098 kg/ha par rapport à ceux observés à un emplacement où le chaume n'a pas été perturbé. Il a également été observé que le sous-solage à une profondeur comprise entre 400 et 600 mm et à des distances de 0,7 à 0,8 m améliore les caractéristiques de l'infiltration dans les sols gelés.

Télédétection par micro-ondes du stock nival et des inondations

Des mesures fiables de la neige et de l'humidité du sol sur de grandes étendues sont nécessaires pour déterminer les bilans hydriques, les conditions de sécheresse et les probabilités d'inondation. Un modèle de télédétection par micro-ondes a été modifié de manière à simuler les émissions de jusqu'à trois couches et cinq surfaces différentes de terres, d'eau, de glace et de neige. Il est étalonné pour les données du satellite Nimbus-7 sur le Manitoba central et méridional pour l'hiver de 1987 - 1988.

Pour le bassin de la rivière Rouge au Manitoba méridional, les régressions établies entre les observations au moyen des micro-ondes et les données sur le stock nival recueillies au sol ainsi que les observations des inondations à l'infrarouge par la NOAA montrent que l'équivalent en eau de la neige et les superficies inondées peuvent être déterminées d'après des observations par micro-ondes. Toutefois cela n'est possible que dans des conditions de neige sèche (dans le cas du stock nival) et pour des étendues d'eau non gelées (dans le cas des inondations) utilisées pour les régressions avec la température de l'air comme discriminant.

Drainage des herbicides, des éléments nutritifs et de l'eau d'un champ irrigué

La planification des ressources en eau dépend en grande partie d'une connaissance de la manière dont les méthodes de l'agriculture influencent les quantités et la qualité des eaux de surface. Dans le cadre d'un projet entrepris en collaboration avec Agriculture Canada (R. Grover) et le «Saskatchewan Research Council» (J. Whiting) en 1986, les quantités et la qualité des eaux de drainage d'irrigation et souterrain ont été déterminées après chaque chute de pluie et chaque arrosage. Les résultats montrent que:

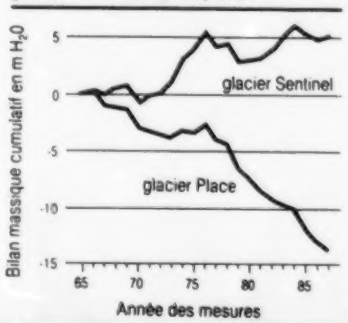
- 10,6 % de l'eau fournie par irrigation (arrosage à la raie) est perdue par drainage
- des éléments nutritifs et des produits chimiques appliqués, 0,1 % de l'azote, 0,22 % du phosphore, 0,17 % du dicamba, 0,13 % du MPCA et 0,18 % du diclofop sont perdus dans l'eau de drainage superficiel.

Ces données suggèrent que les concentrations d'herbicides se situent bien en deçà des concentrations limites acceptables de 10 000 ppm pour les invertébrés aquatiques. Tout comme en 1986, une partie majeure des éléments nutritifs et des herbicides était perdue lors du premier arrosage.

Évaluation du modèle des relations complémentaires de l'évapotranspiration aérolaire (Complementary Relationship Areal Evapotranspiration, CRAE)

Les méthodes actuelles d'estimation de l'évaporation moyenne, de l'évapotranspiration ou de la transpiration sur de grandes étendues sont très imprécises.

Variations de l'eau emmagasinée dans les glaciers Sentinel et Place, C.-B.



Toutefois l'évaporation constitue une composante majeure du cycle général de l'eau et elle est particulièrement importante dans les Prairies. À titre d'approche du problème, une étude a été entreprise en collaboration avec «Alberta Environment» (F. Davies), Agriculture Canada (C. Chang) et la Direction des ressources en eau de la DGEI (L. Warner) pour l'évaluation du modèle CRAE. Les résultats indiquent que le modèle est extrêmement sensible aux points de rosée mesurés: pour chaque variation d'un degré du point de rosée, les estimations de l'évapotranspiration varient de 10 pour cent.

Section de l'hydrologie de montagne

Bilans massiques de glaciers du sud-ouest de la Colombie-Britannique

Afin d'acquérir des données de base sur l'état des glaciers de la Cordillère et d'évaluer les relations entre le climat, les changements climatiques, l'état des glaciers, leur activité et l'approvisionnement en eau, des observations ont été effectuées sur trois glaciers de la chaîne Côtière et un glacier des Rocheuses.

Des mesures complètes de bilan massique (c.-à-d. bilans massiques estival, hivernal et net) ont été effectuées sur les glaciers Sentinel, Helm et Place dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique. Des trois, seul le glacier Sentinel présente un bilan massique positif de 0,15 m H_2O, alors que pour les glaciers Helm et Place les bilans sont négatifs et respectivement de -0,79 et -0,85 m H_2O. En raison de facteurs locaux, le glacier Helm a rapidement diminué en superficie et en volume; il a perdu le tiers de sa superficie de 2,94 km^2 depuis 1977. Quoique les données pour le glacier Peyto n'aient pas encore été réduites, son bilan massique est également négatif. Ces bilans négatifs signifient que de l'eau est retirée des réservoirs des glaciers et que les glaciers reculeront.

Impédance de la neige aux radiofréquences

Afin d'améliorer l'interprétation des signaux de télédétection, l'impédance complexe de toute une gamme d'échantillons de neige naturels et artificiellement préparés a été mesurée dans des cellules de 10^5 à 10^6 mm^3 de volume à 10 kHz et 10 MHz. Parmi les variables indépendantes on a retenu la masse volumique, la température et la teneur en eau à l'état liquide de la neige; cette dernière était mesurée par dilution à l'acide. La morphologie des cristaux désagrégés était enregistrée sur photomicrographies et des échantillons étaient sectionnés pour obtenir des paramètres stéréologiques objectifs. Les résultats préliminaires suggèrent que l'impédance complexe peut fournir un indice de la microstructure de la neige et un outil utile de vérité-terrain.

Carotte de glace - évolution du climat et chimie de l'atmosphère

D'autres renseignements sur les conditions climatiques et atmosphériques au Canada au cours des 200 dernières années ont été dérivés d'analyses de la carotte de glace du mont Logan. Des analyses isotopiques ($\delta^{18}O$, δD) et chimiques additionnelles ont permis de confirmer l'échelle chronologique en établissant l'existence de plusieurs événements volcaniques secondaires additionnels. Il semble que des perturbations des isotopes stables sont associées à certaines des signatures volcaniques (acides) majeures. Il est supposé que ces perturbations sont causées par des fluctuations climatiques et spécifiquement par des fluctuations de la température. Deux extrêmes climatiques se seraient manifestés en 1705 - 1710 et entre environ 1850 et 1860 d'après des valeurs plus négatives pour les isotopes de l'oxygène à l'échelle décadaire. Des études dendroclimatiques dans le nord du Yukon indiquent des refroidissements importants approximativement pendant ces périodes, ce qui suggèrerait que les perturbations des isotopes de l'oxygène dans la carotte de glace sont en grande partie

attribuables aux variations de la température. Le refroidissement survenu après 1800, qui a culminé en ce qui est appelé "l'année sans été" (1816) au Canada oriental, n'apparaît pas dans les données substitutives pour l'ouest du pays.

La succession chronologique pour les précipitations a été étendue à rebours dans le temps jusqu'en 1777. La base de la carotte remonte à 1695. Le segment allant de 1880 à 1980 est utilisé pour l'étude détaillée des facteurs pouvant moduler les précipitations ainsi que les rapports entre les précipitations dans cette région et dans d'autres régions. La structure atmosphérique est étudiée par l'entremise des profils verticaux des isotopes de l'oxygène ($\delta^{18}O$) et du deutérium (δD).

L'analyse des acides communs présents dans les carottes de neige et de glace ne révèle aucun accroissement important des degrés naturels de fond d'acidité de la neige.

Section de l'hydrologie du Nord

Débâcle et formation d'embâcles sur les cours d'eau

La débâcle régit le régime hydrologique de la plupart des cours d'eau canadiens pendant de longues périodes chaque année et engendre des problèmes d'inondation d'un grand nombre de communautés riveraines. L'ensemble du processus, depuis la première détérioration de la glace à sa disparition finale, est mal compris. Dans le but d'améliorer notre connaissance de ce processus, des études de la débâcle et de la formation d'embâcles sur la rivière Liard et le fleuve Mackenzie ont été poursuivies au printemps de 1987. Certain des résultats de l'Expérience sur le caractère saisonnier de la glace au Yukon (Yukon Ice Seasonality Experiment) ont été publiés. Les influences du débit et de la couverture glacielle sur l'hydraulique du cours d'eau ont été évaluées le long d'un segment du fleuve Yukon d'une longueur de 4,3 km situé près de Whitehorse et des observations pour trois années ont été comparées. Une nouvelle méthode de mesure du débit en hiver a été mise au point. Une étude des vagues des cours d'eau, qui détermine la progration de la débâcle, a été entreprise avec des scientifiques du «Cold Regions Research and Engineering Laboratory» (CRREL) de l'armée américaine. Les possibilités d'un système radar à impulsions du CRREL pour la mesure de l'épaisseur de la glace intacte ou fragmentée ont également été mises à l'épreuve.

Des expériences détaillées sur le bilan énergétique de la nappe de glace en décomposition ont été menées conjointement à des mesures in situ de la résistance de la glace (en compression) effectuées au moyen d'un système de vérin pour trou de sonde. Les résultats suggèrent que le vérin peut être utilisé pour l'obtention d'un indice de résistance de la glace pendant la période de décomposition.

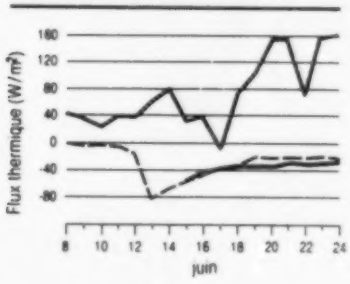
Inondations dues au refoulement des eaux par les embâcles, delta du Mackenzie (T. N.-O.)

Les processus de la débâcle et de la formation d'embâcles dans le delta du Mackenzie ont été identifiés et quantifiés afin d'en évaluer l'importance pour le régime hydrologique. Les endroits où des embâcles se forment fréquemment, la formation, la composition et la croissance des embâcles ainsi que le refoulement des eaux qui leur est associé et les caractéristiques de la redistribution résultante de l'écoulement sont tous bien documentés. Les configurations correspondant à chaque type de débâcle ont été décrites conjointement aux conditions climatiques existantes.

Hydrologie du delta du Mackenzie (T. N.-O.)

Puisque les deltas se forment à l'interface entre deux systèmes hydrologiques très différents, bassins de cours d'eau et lacs ou océans, le régime des niveaux d'eau est complexe. Le moment, la durée et la fréquence des inondations des lacs du delta du Mackenzie par le fleuve du même nom ainsi que l'ordre de grandeur

Flux thermique dans le sol durant la période de fonte à Resolute, T.N.-O.



du ruissellement local d'eau de fonte des neiges ont été étudiés; la relation entre l'altitude du seuil des lacs et les caractéristiques des inondations en particulier a été examinée. Tout indique que sans les inondations les lacs perchés du sud du delta s'assècheraient. Les résultats d'une étude microclimatologique et du bilan hydrique d'une durée de cinq ans confirment ces indications puisqu'elle a révélé une évaporation totalisant de 200 à 387 mm par été depuis la surface de ces lacs. Cela est toujours supérieur aux précipitations estivales et parfois même aux précipitations annuelles. L'importance relative des diverses composantes du bilan hydrique et le taux de sédimentation dans les lacs du delta sont actuellement évalués.

Étude du régime des lacs du delta du Mackenzie (T. N.-O.)

Une régularisation accrue de l'écoulement dans le tronc principal du fleuve Mackenzie pourrait avoir une incidence sur le régime hydrologique des lacs et chenaux du delta. L'importance relative du refoulement des eaux par les embâcles, des processus d'entrée, de sortie et d'évaporation de l'eau, des conditions hydrométéorologiques et des obstacles physiographiques a été étudiée.

Température de l'eau et flux de chaleur

Dans les bassins caractérisés par la présence de pergélisol, il n'est pas possible de prédire la débâcle printanière et le ruissellement d'eau de fonte des neiges, et par conséquent le volume et la chronologie de l'écoulement dans les cours d'eau. Les processus qui déterminent la température de l'eau dans les cours d'eau recouverts de glace sont étudiés en vue de la mise au point d'un modèle de prévision des variations de la température suivant la perpendiculaire au chenal et en fonction du temps.

Recherche sur les lacs et cours d'eau (Manitoba et Saskatchewan)

Des améliorations de la qualité de l'eau des lacs et cours d'eau sont possibles par la réduction des sources d'éléments nutritifs produits par l'homme ou par l'augmentation des puits naturels. Dans cette étude une attention particulière est consacrée au rôle de la sédimentation et de la remise en suspension dans les lacs et réservoirs des Prairies. Des recherches sur les sujets suivants sont en cours:

- incidence de la circulation barocline sous la glace sur la dynamique du lac South Indian
- quantification de l'entraînement par la couche mélangée et de la remise en suspension de sédiments dans les lacs des Prairies
- dynamique des éléments nutritifs dans une chaîne de lacs de la vallée de la Qu'Appelle en Saskatchewan
- établissement de paramètres de conception pour l'obtention de profils de particules en suspension dans les cours d'eau
- effets de l'écoulement supercritique et de la turbulence sur la croissance des algues benthiques
- théorie des relations parasites en sciences et en génie.

Division des eaux souterraines

La Division des eaux souterraines axe principalement ses travaux sur les interactions entre l'homme et le cycle hydrologique. Ici l'accent doit être mis sur la compréhension des processus physiques et chimiques fondamentaux qui régissent la nature et le comportement des eaux souterraines et sur la mise au point de méthodes de prévision de ces processus. Les études visent à décrire et à évaluer les effets de l'industrie, de l'agriculture et de l'urbanisation sur la qualité des eaux souterraines. Cela englobe en particulier la contamination des eaux souterraines par des substances toxiques résultant des méthodes utilisées en agriculture et en gestion des déchets ainsi que la variabilité climatique engendrée par l'activité de l'homme.

L'installation spéciale d'analyse des formations aquifères à l'intérieur qui a été construite offre un milieu contrôlé pour l'étude du comportement de contaminants, comme les déchets industriels et les pesticides, se déplaçant sous la surface et pour la validation et l'étalonnage de modèles nouveaux ou existants. Le comportement des eaux souterraines dans les régions de pergélisol constitue un autre domaine d'étude majeur. Une emphase particulière est placée sur l'étude des incidences des contaminants dans les régions au sol gelé en permanence et des répercussions éventuellement majeures de la variabilité climatique pour le pergélisol. D'autres études font intervenir sur le terrain des recherches concernant les pesticides dans les eaux souterraines, la migration des contaminants depuis les sites d'enfouissement et les manières de les y contenir ainsi que l'élimination des déchets liquides dans des puits profonds.

L'objectif principal scientifique des programmes de la Division des eaux souterraines est l'acquisition de connaissances concernant les processus physiques et chimiques fondamentaux qui influencent le comportement des eaux souterraines et leurs interactions avec les matériaux des formations aquifères avoisinantes. Le microscope électronique à balayage (MEB) et le diffractomètre à rayons X (DRX) récemment acquis sont des instruments essentiels pour l'étude de ces processus et seront d'une aide inestimable pour les activités futures de la DES. Les interactions entre les eaux souterraines et d'autres parties du cycle hydrologique jouent un rôle majeur dans la solution des problèmes associés à la contamination des étendues d'eau de surface et des nappes souterraines, à la migration des produits chimiques toxiques, aux effets des précipitations acides, à l'approvisionnement en eau et à la protection des eaux souterraines.

Parmi les projets spécifiques mentionnons l'étude du déplacement des contaminants dans un milieu poreux fracturé menée dans des sites d'enfouissement de divers centres urbains canadiens, du comportement des eaux souterraines dans le parc national de Wood-Buffalo et de la manière dont elles peuvent influencer la grue blanche d'Amérique et enfin du drainage dans les mines et de la modélisation mathématique des eaux souterraines et de leur écoulement.

Interaction des eaux de surface et souterraines

Les interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines influencent de manière importante l'étude des bilans hydriques, de la migration des produits chimiques toxiques, des incidences des pluies acides et de l'approvisionnement en eau par recharge artificielle, ainsi que l'établissement de lignes directrices pour la protection des eaux souterraines et d'autres domaines. La Division des eaux souterraines entreprend les recherches suivantes visant certaines de ces préoccupations spécifiques.

Déplacement de contaminants dans des milieux poreux fracturés

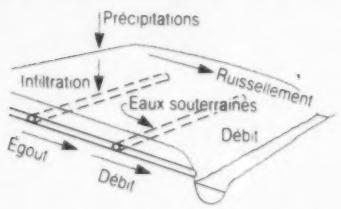
Une étude du comportement et du déplacement des contaminants dans un milieu argileux smectique fracturé est envisagée en collaboration avec la ville de Regina. Elle permettrait de mieux comprendre l'interaction entre un fluide contaminant, comme un lixiviat, et la phase

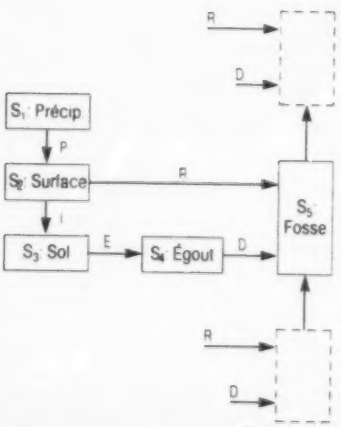
Personnel

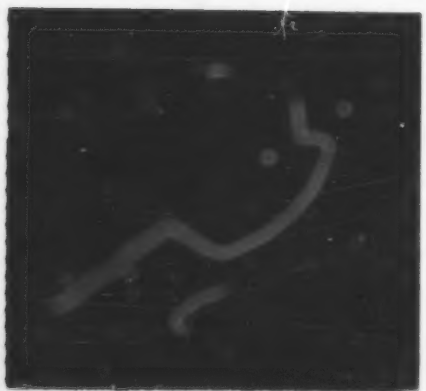
Division des eaux souterraines

J.A. Gilliland
L. Johnston
G. Grove
H.A.M. Chew
D. Craig
P.A. Kerr (secrétaire)
Y.T.J. Kwong
D. McNaughton
K.J.D. Ridley
A. Vandenberg

Zone du cycle hydrologique touchée par les modifications du drainage







minérale solide ainsi que le déplacement physique et chimique des contaminants depuis une aire d'origine comme un site d'enfouissement par un milieu poreux fracturé. L'étude serait exécutée en quatre phases: a) essais à grande échelle sur le terrain; b) essais approfondis en laboratoire; c) mise en corrélation des données de laboratoire et de terrain par vérification des sols sous le site d'enfouissement; d) mise au point d'un modèle couplé de déplacement dans l'argile fracturée.

Sources d'eau dans le parc national de Wood-Buffalo

La conservation de la population menacée de grues blanches d'Amérique est liée de manière critique à la stabilité à long terme des niveaux d'eau des étangs qui parsèment l'aire de nidification de cette espèce dans le parc national de Wood-Buffalo. On pense que les eaux souterraines peuvent avoir une influence majeure sur ces niveaux de l'eau.

En utilisant des données hydrogéochimiques et isotopiques ainsi que les méthodes de l'hydrologie, de la photographie aérienne et de la télédétection la Division des eaux souterraines étudie les caractéristiques de l'alimentation par les eaux souterraines et de l'écoulement sous terre dans l'aire de nidification des grues blanches d'Amérique. En 1987 - 1988 l'étude a consisté en mesures ininterrompues de l'altitude des niveaux d'eau des étangs, en relevés des piézomètres installés dans la région, en observation à distance du parc de Wood-Buffalo sur les imageries Landsat et NOAA afin de délimiter les zones de débit d'eau souterraine et en quantification des effets des eaux souterraines sur les étangs de nidification des grues. Cette étude se poursuivra jusqu'à la fin de l'année financière 1990-1991.

Modélisation mathématique de l'écoulement provenant de champs drainés

Des modèles numériques du déplacement de l'humidité dans le sol ont été mis au point afin d'évaluer les effets d'améliorations du drainage sur l'hydrogramme d'un bassin. Les éléments du cycle hydrologique qui sont directement influencés par des améliorations du drainage ont été identifiés et un modèle de cette partie du cycle hydrologique a été mis au point; il permet la simulation d'améliorations spécifiques du drainage et l'évaluation de l'effet de l'amélioration du drainage sur le débit total provenant d'un champ drainé pour un apport donné en précipitations.

L'application du modèle suggère que pendant l'histoire du drainage d'un marécage, par exemple, on peut s'attendre à des débits de pointe accrus pendant les premiers stades en raison de l'amélioration du drainage en surface. Ultérieurement, l'amélioration du drainage du sol et de l'aération entraîneront une diminution des débits de pointe. Des modèles comparables peuvent être mis au point pour simuler les incidences de modifications du drainage et du climat pour les lacs et étangs des Prairies.

Contamination des eaux souterraines

L'effet des matériaux des formations aquifères sur la chimie des eaux polluées n'est pas assez bien connu pour permettre la prévision de la qualité des eaux souterraines en fonction du temps ou de l'espace, mais la pollution des eaux souterraines par des substances toxiques est un problème sérieux contemporain. Les MEB et DRX récemment acquis, tout comme des installations telles l'IAFA, permettront à la Division des eaux souterraines d'étudier les mécanismes détaillés par lesquels les contaminants interagissent avec les matériaux des formations aquifères avoisinantes. Initialement l'attention sera concentrée sur les déchets de combustion dans les lits fluviaux. Des études futures examineront les pesticides et les autres contaminants organiques et inorganiques.

Installation pour l'analyse de formations aquifères à l'intérieur (IAFA)

Une grande installation d'essais a été mise au point pour l'étude de l'écoulement dans un milieu poreux en laboratoire dans des conditions contrôlées et ce à une échelle suffisamment grande pour minimiser les effets attribuables au contenant. L'IAFA consiste en un réservoir en fibre de verre avec ouvertures d'accès à 11 profondeurs différentes qui sont plus rapprochées les unes des autres près de la surface qu'en profondeur. Le système interne consiste en filtres échantillonneurs d'eau doubles à 10 profondeurs différentes avec thermistances à chaque profondeur et paires de transducteurs de pression permettant d'ajuster le taux d'échantillonnage de manière à minimiser la perturbation de l'écoulement. L'installation comporte également un réseau de drains permettant d'ajuster le niveau de la nappe phréatique et une gouttière éliminant l'écoulement le long des parois du réservoir. Un applicateur de précipitations avec son système de commande, son réservoir à pluie et son réservoir de charge, constitue une partie intégrante du système. Le système pour la pluie, les pompes de collecte d'échantillons et les transducteurs de pression seront tous commandé par ordinateur. Les essais de l'ensemble du système seront entrepris en mai 1988.

Neutralisation d'acide dans les réseaux d'écoulement souterrains, lacs Turkey (Ontario)

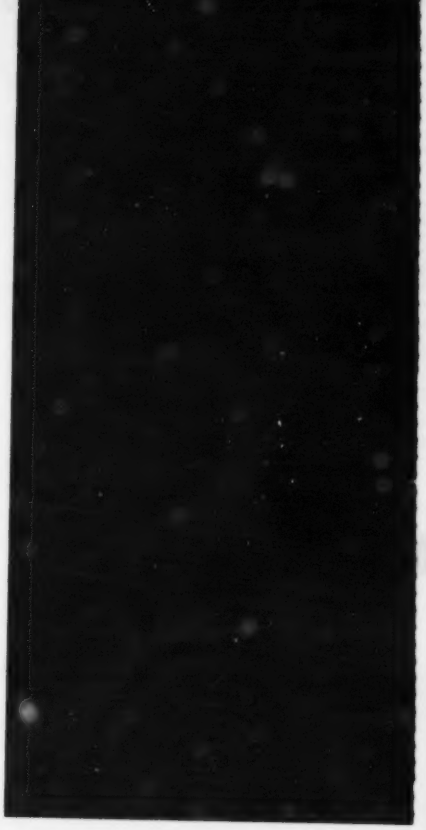
Les résultats du programme de recherche mené par la DES dans le bassin versant des lacs Turkey (Ontario) ont permis d'établir que le système eaux souterraines-formations aquifères joue un rôle majeur dans l'atténuation des incidences des précipitations acides sur les étendues d'eau de surface dans la région. La capacité de neutralisation des tills superficiels peu profonds du bassin est limitée par le taux d'altération des roches carbonatées. En conséquence les eaux souterraines présentent, dans ces minces tills à flanc de collines, des diminutions à court terme du pH attribuables à des apports rapides en ions H. Pendant ces périodes elles perdent leur capacité de système de rétention tampon pour les eaux de surface dans lesquelles elles se déversent. Si les charges acides restent les mêmes, on peut s'attendre à long terme à une acidité croissante des eaux de surface du bassin versant des lacs Turkey et des bassins versants analogues du Bouclier canadien en raison de l'épuisement de la capacité de neutralisation des matériaux des formations aquifères.

Quoique la participation active de la Division des eaux souterraines au programme sur le Transport à distance des polluants atmosphériques (TADPA) ait pris fin, la division continue, au moins jusqu'en 1990, à jouer un rôle consultatif. Les résultats des recherches complétées font l'objet de rapports dans plusieurs publications scientifiques.

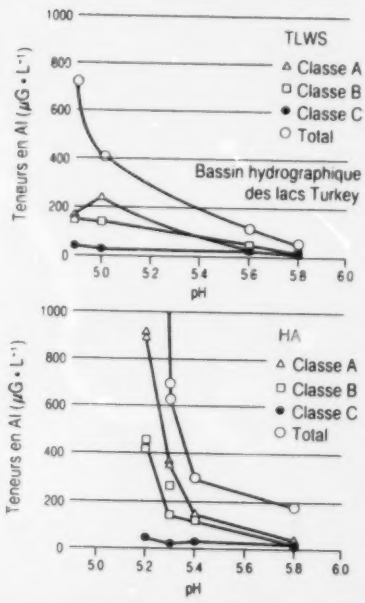
Études des pesticides sur le terrain

En 1987 - 1988 des pesticides phénoxyliques, organophosphorés, organo-azotés et organochlorés sélectionnés ont été dosés dans des échantillons d'eau souterraine recueillis aux piézomètres existants et dans des puits à Abbotsford et à Osoyoos (C.-B.). De très faibles concentrations de carbofuran, de diméthoate, de 1,2-dichloropropane et de DDT ont été relevées à Abbotsford et de simazine, de DDE et de DDD à Osoyoos. À Abbotsford six piézomètres additionnels ont été installés en mars afin d'obtenir des données hydrogéologiques témoin supplémentaires pour l'interprétation des dosages et à titre d'emplacements d'échantillonnage pour l'obtention d'échantillons supplémentaires pour l'analyse de la qualité de l'eau.

Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés à un emplacement près de Taber (Alberta) par «Alberta Environment», mais ils ne renfermaient pas de pesticides. La Division des eaux souterraines a ultérieurement recueilli des échantillons de sol au même endroit, mais les dosages effectués n'ont révélé



Teneur en aluminium en fonction du pH à la station HU-0,67: bassin hydrographique des lacs Turkey et à la station HA: Chalk River



que des traces d'atrazine à deux emplacements.

Une étude approfondie de trois emplacements irrigués près d'Outlook (Saskatchewan) a également été entreprise pendant l'année écoulée. Des fonds de l'extérieur (PESTFUND) ont été fournis pour un programme de recherche mené en collaboration par les divisions des eaux souterraines et des eaux de surface (INRH), le «Saskatchewan Research Council» et la Station de recherche d'Agriculture Canada à Regina. Des piézomètres ont été installés en deux des emplacements. Les niveaux de l'eau étaient surveillés à ces emplacement ainsi qu'en un troisième emplacement pendant toute la saison d'irrigation. Des échantillons d'eau souterraine et d'eau d'irrigation ont été prélevés à intervalles réguliers et le dicamba, le MCPA, le diclofop, le 2,4-D, le triallate, la trifluraline et le bromoxynil ont été dosés dans ces échantillons. Des traces de ces pesticides, la trifluraline et le bromoxynil exceptés, ont été décelées dans l'eau souterraine, mais une étude plus approfondie est nécessaire afin d'expliquer les manifestations irrégulières dans le temps et dans l'espace de ces pesticides.

Activité biologique et technologie dans les décharges

Une étude de l'activité biologique dans des décharges au Canada occidental et de ses effets sur le déplacement des contaminants et les propriétés hydrauliques de diverses composantes techniques et naturelles associées aux décharges est proposée. L'attention est actuellement centrée sur les coussins de sable en collaboration avec le département de génie civil de «University of Saskatchewan» (D.J.L. Forgie).

Élimination dans des puits profonds

Des séminaires techniques regroupant des représentants de l'industrie et du gouvernement ont été tenus en juin et en septembre 1987; les résultats des études d'Environnement Canada/«Alberta Research Council» (ARC) et d'«Environment Alberta»/ARC sur l'élimination dans des puits profonds y ont été présentés et discutés. Un comité directeur et un comité technique regroupant des représentants du Service de la conservation et de la protection, d'«Alberta Environment», de l'ARC, de l'«Energy Resources Conservation Board (Alberta)» et de l'Association pétrolière canadienne ont été formés pour l'examen des travaux complétés et proposés dans le cadre de ce projet et pour conseiller le ME quant à sa direction. L'exécution d'un contrat accordé pour la validation des données existantes de surveillance des puits profonds et pour l'évaluation des possibilités du modèles de l'ARC pour la prévision des effets des puits actifs d'injection d'eaux usées ayant servi au traitement des sables bitumineux et du pétrole lourd a été entreprise en mars 1988.

Eau souterraine et pergélisol dans le Nord

Les mécanismes physiques et chimiques régissant les déplacements d'eau dans la couche de pergélisol et au travers de cette dernière ainsi que le rôle de l'eau souterraine profonde, sous la couche de pergélisol, dans le cycle hydrologique ne sont pas bien connus. Afin d'éclairer ce problème un relevé des études sur les eaux souterraines et le pergélisol a été complété. Des études de faisabilité d'un programme sur le terrain complet ont été réalisées et un plan a été mis au point afin de satisfaire aux besoins en matière de recherche jusque dans les années 1990. L'équipement de forage disponible a été mis à l'épreuve et un rapport recommandant l'équipement convenable est en préparation. Des cellules d'essai ont été conçues pour la simulation en chambre froide de laboratoire de conditions de pergélisol permettant d'éprouver la migration des produits chimiques en régime de pergélisol. Elles sont actuellement éprouvées dans la chambre froide à -55°C. Des travaux ont été entrepris en deux emplacements près de High Level (Alberta) et les discussions se poursuivent quant à d'autres emplacements d'étude.

Division de l'écologie aquatique

La Division de l'écologie aquatique s'occupe principalement des effets des divers types de stress environnemental comme la contamination, la variabilité climatique, etc. sur les écosystèmes aquatiques.

La base de connaissances nécessaire pour l'établissement de critères de qualité de l'eau pour un grand nombre de substances polluantes est en grande partie inadéquate ou inexistante. La plupart des renseignements courants proviennent d'expériences en laboratoire avec des organismes indicateurs appartenant à une seule espèce et portent sur les concentrations létales. Toutefois, il peut y avoir des effets pour les écosystèmes à des concentrations de beaucoup inférieures ou bien des processus naturels peuvent aggraver les effets toxiques. La Division de l'écologie aquatique utilise un système expérimental unique pour évaluer comment les communautés microbiennes sont touchées par les polluants et les conditions qui influencent ces effets. Des études sur le terrain et en laboratoire concernant la disponibilité des métaux toxiques sont également en cours.

Les analyses chimiques d'eau et de sédiments sont souvent insuffisantes pour déterminer les effets cumulatifs ou additifs de concentrations sublétales de substances toxiques et de leurs dérivés. Les organismes benthiques semblent offrir une possibilité de mesure de l'incidence environnementale à long terme de conditions actuelles ou passées. Dans le cadre d'une étude récente, les difformités chez des larves de *Chironomus* et de *Procladius* sont examinées à titre d'indices de stress environnemental.

Les interactions entre les substances chimiques et le biote sont extrêmement complexes et mal comprises. Cela s'applique en particulier à la différenciation des espèces de métaux, aux transformations microbiennes de substances toxiques, aux effets synergistes ou antagonistes de mélanges de substances toxiques et aux fonctions écologiques de la matière humique, de l'argile et des oxydes. Certains aspects de ces problèmes sont abordés dans le cadre de l'étude sur le mercure dans les lacs du bassin de la rivière Qu'Appelle.

Écologie expérimentale des cours d'eau

Les recherches avec l'appareil expérimental de recherche sur les dépressions (Experimental Troughs Research Apparatus, EXTRA), installes près de Chase (C.-B.), ont été concentrées sur les effets des éléments nutritifs (principalement du phosphore) sur la production autotrophe dans les cours d'eau. Ces travaux ont clairement démontré que la vitesse de croissance des algues dans les cours d'eau en fonction de l'enrichissement en phosphore plafonne et que la concentration de phosphore au-delà de laquelle il n'y a plus d'effet est extrêmement faible. Ces renseignements ont des implications majeures pour l'établissement d'objectifs en matière de qualité de l'eau des cours d'eau du Canada et pour la régularisation des éléments nutritifs qui sont source de pollution dans certains cours d'eau.

Étude de caractérisation/disponibilité des métaux lourds à Flin Flon

Les travaux sur le terrain dans le cadre d'une étude de la disponibilité des métaux toxiques pour le poisson et de la relation entre la caractérisation et la biodisponibilité des métaux ont été complétés. Les données sont actuellement examinées et évaluées.

Évaluation biologique de la qualité de l'environnement

Des études au microscope sont effectuées afin d'examiner les anomalies morphologiques chez des chironomidés recueillis dans diverses régions polluées. Ces études sont concentrées sur la morphologie de la capsule céphalique, surtout chez les genres *Chironomus* et *Procladius*.

Personnel

Division de l'écologie aquatique

M.L. Bothwell
T.A. Jackson
R. Kirkland
P. Trischuk (secrétaire)
W.F. Warwick

Étude sur le mercure dans les lacs du bassin de la rivière Qu'Appelle

Des travaux sur le terrain et en laboratoire visant à comprendre les effets de différents processus biogéochimiques et facteurs environnementaux sur la méthylation et la déméthylation du mercure par des microbes dans les sédiments ont été complétés. Les résultats devraient fournir une base de comparaison des cheminements dans les lacs des Prairies et du Bouclier et permettre de juger différentes méthodes d'estimation des espèces importantes du point de vue écologique dans les sédiments.

Division du soutien de la recherche

La division du soutien de la recherche fut créée en 1988 dans le but de regrouper les ressources techniques de l'institut et pour assurer le soutien logistique des programmes scientifiques de l'INRH. Elle comprend trois sections: Opérations scientifiques, Calcul et Technologie des instruments.

Section des opérations scientifiques

Cette section est responsable de l'exploitation de trois laboratoires centraux (chimie, microscopie électronique à balayage et géotechnique), des préparatifs logistiques, du soutien sur le terrain et du soutien pour les recherches en laboratoire. Elle regroupe 14 techniciens qui y travaillent à plein temps et jusqu'à sept personnes embauchées pour des périodes déterminées.

Le Laboratoire de chimie central a fourni des services d'analyse pour toute une gamme de projets de recherche entre autres sur la caractérisation des eaux souterraines, la biochimie du mercure et les anions présents en faibles quantités pour les recherches en paléoglaciologie. Les spectrophotomètres d'absorption atomique, les chromatographes en phase gazeuse et un chromatographe d'échange d'ions sont maintenant opérationnels ce qui a permis d'améliorer les limites de détection et la sensibilité.

Le microscope électronique à balayage a été installé à l'INRH vers la fin de l'année financière. L'équipement en place comprend un microscope électronique à balayage JEOL avec analyseur à énergie dispersive Kevex et accessoire de cryo-préparation et de transfert Hexland. Cet instrument place l'INRH à la fine pointe de la technologie en matière de photomicrographie à grande résolution, d'analyse aux rayons X par énergie dispersive et d'analyse informatisée. Un laboratoire de préparation a été construit afin d'assurer le soutien nécessaire pour cette installation. Un technicien a été affecté à l'élaboration d'une méthodologie applicable à la détermination de la composition élémentaire des sédiments et de la morphologie des particules ainsi qu'aux recherches sur la fixation du périphyton.

Des recherches sur la granulométrie des particules de sédiments, l'analyse des sols et les propriétés physiques de la neige et de la glace seront menées au Laboratoire de géotechnique.

Le bureau des opérations de la section est responsable de la flotte de véhicules et des aspects logistiques des travaux sur le terrain. Huit emplacements éloignés d'étude sur le terrain sont exploités. Une aire de transbordement avec accès aux véhicules est consacrée à la préparation de l'équipement pour les travaux sur le terrain.

Des techniciens sont de plus affectés directement aux divisions scientifiques pour toute la durée de certains projets de recherche. Ils sont ainsi en mesure d'appliquer leurs connaissances spécialisées en biologie aquatique, en hydrologie et sur les eaux souterraines à la collecte et à la préparation de données à l'appui des travaux des chercheurs de l'INRH.

Section du calcul

Cette section assure le soutien exigé par une communauté scientifique de plus en plus informatisée. Dans le domaine de la programmation d'ordinateurs, le personnel met au point et modifie, à l'intention de la communauté scientifique, des programmes allant de modèles numériques complexes à des systèmes d'exploitation et de traitement des données sur ordinateurs personnels. Une aide est fournie au personnel technique pour la mise au point et la simplification de bases de données et de progiciels graphiques. Dans le domaine numérique, le personnel s'occupe du matériel informatique, de la collecte de données et des progiciels de conversion ainsi que de la communication des données depuis les installations éloignées et de leur conversion par les bureaux utilisateurs. La section entreprend la conception technique et la mise au point d'interfaces et de plates-formes de données.

Personnel

Division du soutien de la recherche

S.D. Baird
C. Heseltine (secrétaire)
J.A. Banner
K. Best
D.B. Bucilla
T.E. Carter
C.A. Casey
P.W. Cheung
R.O. Christie
J.A. Dalton
M. Griffin
E.W. Marles
T.W. Maxin
J. Mollison
C.R. Onclin
D. Schroeder
K.J. Supeene
J.P. Tisdale
M.J. Waiser
K. Wallace

La section est également responsable du Système de bureautique du ministère (SBM), de la coordination à court et à long terme de l'acquisition d'ordinateurs et du respect des lignes directrices du ministère en matière de technologie de l'information.

Section de la technologie des instruments

Cette section assure un soutien pour les projets de recherche par la préparation de devis descriptifs et la fabrication de nouveaux instruments, en fournissant des interfaces pour l'équipement et en offrant des services de pré-essais, d'étalonnage et de réparations. Parmi les réalisations concrètes de l'année écoulée mentionnons:

a) **des cellules de mesure de l'impédance de la neige**
des cellules de mesure de l'impédance de la neige et l'équipement nécessaire pour la mesure de la structure et des caractéristiques de la neige par une méthode basée sur l'impédance c.a. ont été mis à point.

b) **des sondes RTD d'humidité du sol**
Des sondes à réflectomètre temporisé par domaines (RTD) pour la détermination de l'humidité du sol ont de plus été mises à point et fabriquées. Ces petites sondes peuvent être relevées par "balayage" au moyen d'un oscilloscope RTD portatif à alimentation c.c. elles sont utilisées pour obtenir des profils de l'humidité en fonction de la profondeur dans le sol.

c) **des échantillonneurs de particules aéroportées**
Des échantillonneurs d'eau/sédiments issus d'un effort antérieur de conception ont été modifiés, agrandis et empilés à la verticale pour permettre d'intercepter et d'échantillonner les particules portées par les vents. Les appareils ont été installés à un emplacement expérimental sur le terrain où ils ont permi d'obtenir des profils de vent et de données météorologiques associées.

d) **l'installation d'analyse de formations aquifères, IAFA**
La section a participé activement à la mise au point de l'installation pour l'analyse de formations aquifères à l'intérieur (IAFA). Un soutien a été fourni pour le choix de l'ordinateur et des instruments de mesure associés. Les capteurs/transducteurs de température et de pression ont été sélectionnés, modifiés, connectés et étalonnés de manière à fournir des données d'essai et de surveillance précises. Un logiciel a été mis au point pour le contrôle de l'échantillonnage, la saisie des données et la surveillance du système.

e) **le laboratoire d'étalonnage**
Les besoins en étalonnage ont mené à la première phase de la création d'un laboratoire d'étalonnage qui a comporté la mise en place des installations nécessaires à l'obtention des températures et pressions pour les capteurs d'étalonnage. Des travaux préliminaires ont été entrepris en vue de l'addition pendant l'année à venir de normes pour le c.a. et le c.c.

Division des services au personnel

La Division des services au personnel fournit les services d'administration, de gestion financière, de gestion des biens et des bâtiments, de gestion du matériel et un système de bureautique aux employés des Services de la conservation et de la protection. Elle fournit également des services à deux composantes du Service de l'environnement atmosphérique qu'abrite le Centre national de recherche en hydrologie.

Section des services administratifs

La section fournit divers services administratifs au directeur de l'Institut national de recherche en hydrologie, comme les plans d'exploitation pour plusieurs années, la compilation du budget des dépenses, les plans d'exploitation à long terme et les plans de travail pour l'institut. De plus, le personnel de cette section assure la compilation des plans de voyages outre-mers et pour les conférences, la présidence du comité d'examen des contrats, la participation au comité d'informatique, au comité de santé et sécurité, au comité d'urgence en cas d'incendie et au comité des relations ouvrières-patronales de l'institut. La section assure l'administration de la Loi sur l'accès à l'information, prépare des rapports d'utilisation des ressources en années-personnes, analyse les données financières, prépare des rapports mensuels pour la direction de l'institut, coordonne avec le Bureau régional du personnel à Régina toutes les activités liées à la dotation en personnel et à la formation et enfin gère le Système de bureautique du ministère (SBM) récemment mis en oeuvre.

En juin 1988, cette section a coordonné les activités dans le cadre de la semaine de l'environnement, dont la visite au centre du Ministre de l'Environnement, l'honorable T.M. MacMillan.

Section des services des bâtiments et terrains

Le Centre national de recherche en hydrologie est situé dans un parc de recherche appelé Innovation Place au nord du campus de «University of Saskatchewan» à Saskatoon. Le bâtiment est d'une superficie totale brute de 10 975 m^2 répartis sur deux étages principaux et un troisième étage partiel. Un complexe système informatisé offre un large éventail de possibilités de collecte de données et de régulation automatique adaptés aux fonctions de surveillance du chauffage, de la ventilation et de la climatisation ainsi que de gestion de l'énergie.

La Section des services des bâtiments et terrains est responsable de l'exploitation et de l'entretien du bâtiment, de l'équipement, des terrains et des aires de stationnement à l'intérieur des limites du Centre national de recherche en hydrologie. Elle fournit également à tous les locataires du centre une aide technique et effectue les modifications du bâtiment ainsi que l'installation d'équipement spécialisé en plus de s'occuper de l'exploitation au jour le jour des installations. La section est dirigée par un gestionnaire des biens immobiliers et un assistant. L'exploitation est assurée sous contrats par environ vingt-huit entrepreneurs du secteur privé.

L'une des principales réalisations de la Section des services des bâtiments et terrains a été la conception et l'installation d'un système interconnecté d'ordinateurs.

Section de la gestion du matériel

La Section de la gestion du matériel est responsable des services centralisés d'approvisionnement, de gestion et d'administration des biens comptables, d'entreposage, de gestion des fournitures et approvisionnements ainsi que de l'expédition et de la réception pour tous les locataires du centre. Pendant l'année financière de 1987-1988 l'une de ses entreprises majeures a été sa participation à un projet d'inventaire conjoint avec l'administration centrale du ministère et Approvisionnement et Services Canada aux fins de l'identification de tout l'équipement scientifique selon la codification de l'OTAN.

Personnel

Division des services au personnel

M.A. McPhee
J.L. Akre (secrétaire)
S.J. Tippins
H.R. Black
B.J. Badger
B.J. Doell
P.K. Gregory
L.A. Eirikson
C. Fabbro
B.M. Lloyd
R.J. Lere
B.A. Waldbauer
R. Blanchette

La section fournit également les services de la poste, de courriers, de télex, de télécopie, de photocopie et d'élimination des dossiers à tous les occupants du centre.

Section des services financiers

La Section des services financiers assure par l'entremise du Système informatisé d'administration financière (SIAF) des services informatisés de comptabilité pour l'INRH et la Division de la recherche en hydrométéorologie (SEA).

Elle est responsable de services reliés à la gestion financière avec d'autres fournisseurs de ministères fédéraux ou provinciaux ou d'organismes municipaux, centraux ou du secteur privé pour ce qui est des revenus et du paiement des comptes. Elle participe également au processus de planification par la préparation de plans financiers et du budget des dépenses.

Section du soutien graphique

La Section du soutien graphique organise et coordonne les produits visuels du CNRH. Ce service comprend la prestation de conseils quant aux méthodes de production et aux coûts associés au dessin, à la photographie, à l'illustration, à l'exposition et à l'impression. La majorité des projets sont confiés sous contrat au secteur privé et à d'autres organismes du gouvernement; toutefois, la conception préliminaire et certains travaux artistiques sont effectués par le personnel de la section. En plus de ses responsabilités en matière de consultation et de production, la section tient un inventaire de l'équipement audio-visuel et de photographie destiné aux séminaires et aux travaux sur le terrain.

Parmi les projets dignes de mention complétés en 1987/1988 il y a eu la conception de la cantine de l'INRH, un plan du bâtiment pour l'entrée principale, la mise en oeuvre d'un système de sonorisation pour la salle des séminaires et des conceptions graphiques pour le bulletin du CNRH. Parmi les autres responsabilités de la section mentionnons l'aide à l'organisation d'activités spéciales et une garde à jour des connaissances dans le domaine des arts plastiques par des recherches concernant les produits ainsi que l'assistance à des expositions commerciales et des séminaires.

Direction de la qualité des eaux

La direction de la qualité des eaux (DQE) du Service de la conservation et de la protection, dont le bureau régional principal est à Regina, contribue au rôle du gouvernement fédéral qui consiste à assurer que les ressources en eau sont protégées et améliorées pour le plus grand bien social et économique de l'ensemble des Canadiens. Elle se livre à des activités comme la tenue d'un inventaire des renseignements de base sur les eaux, l'identification des problèmes de pollution, la surveillance des eaux sous plus d'une juridiction et la détermination du respect des objectifs en matière de qualité des eaux. La Division des services d'analyse (DQE, région de l'Ouest et du Nord) occupe environ 280 m^2 des espaces consacrés aux laboratoires au Centre national de recherche en hydrologie. Une aire d'expédition et de réception, une pièce pour terminaux d'ordinateur et trois bureaux complètent ces installations. Les terminaux d'ordinateur sont reliés au VAX 750 régional de la DQE à Regina et utilisés par le personnel pour l'enregistrement d'échantillons, l'introduction de données, la mise en forme de texte et les communications avec Regina et les bureaux des ressources de district.

Le laboratoire a comme rôle principal d'effectuer des analyses des éléments nutritifs dans l'eau à l'appui des programmes de surveillance et de relevés de la Direction de la qualité des eaux et d'aider aux programmes fédéral-provinciaux de surveillance de la qualité des eaux à coûts partagés dans la région de l'Ouest et du Nord.

On détermine de manière routinière au laboratoire le pH, l'alcalinité, les paramètres physiques et les concentrations en bore, chlorophylle-a, en cyanure, en phénols et en sulfure.

En plus de ces services d'analyse, le laboratoire expédie à l'Institut national de recherche sur les eaux de Burlington les échantillons régionaux, enregistre dans la base régionale de données la plupart des échantillons de la région de l'Ouest et du Nord et fournit au personnel de la région oeuvrant sur le terrain les bouteilles d'échantillonnage et d'entreposage ainsi que des conseils au chef de la Direction de la qualité des eaux, à la Division des relevés et des objectifs et à la Division de la surveillance et des accords.

Le personnel du laboratoire se compose de trois chimistes et de trois techniciens de laboratoire. Des employés embauchés sous contrat et travaillant sur place au laboratoire s'aquittent de la plupart des fonctions d'expédition/réception et de lavage des bouteilles en plus de participer aux travaux d'analyse. Les salaires du personnel embauché sous contrats sont défrayés par la récupération des coûts des travaux d'analyse effectués pour le compte d'autres organismes comme ceux des gouvernements fédéral ou provincial, incluant l'INRH, dans le cadre d'ententes formelles de collaboration.

Grâce à une automatisation accrue, le groupe a été en mesure d'analyser un plus grand nombre d'échantillons sans sacrifier la qualité des données. Des analyseurs à débit non segmenté et à haute vitesse (système TRAACS) et un chromatographe liquide à haute pression (CLHP) ont été achetés afin d'améliorer la qualité des analyses et la productivité générale pour les dosages respectivement des éléments nutritifs et de la chlorophylle-a. Une nouvelle méthode colorimétrique automatisée plus sensible et plus rapide a été mise en oeuvre pour la mesure des concentrations d'ammoniaque dans l'eau et remplace la méthode manuelle existante faisant intervenir une électrode sélective. Cette nouvelle méthode facile à automatiser est plus sensible et plus fiable que la méthode spectrophotométrique manuelle existante. En 1987/1988 le laboratoire a reçu 2855 échantillons comparativement à 1637 en 1986/1987 et à 1209 en 1985/1986.

L'évaluation de plusieurs méthodes existantes a mené dans plusieurs cas à des améliorations des procédures et a indirectement contribué à l'amélioration de la base de données de la Direction de la qualité des eaux pour divers paramètres environnementaux.

Personnel

Division des services d'analyse

J.-G. Zakrevsky
F. Cyr
M.B. Holliday
G.P. Lee
K.M. Peru
R.J. Scott

Service de l'environnement atmosphérique

DIVISION DE LA RECHERCHE EN HYDROMÉTÉOROLOGIE (Centre climatologique canadien)

La Division de la recherche en hydrométéorologie a vu le jour en octobre 1986, soit le mois même de l'ouverture officielle du Centre national de recherche en hydrologie. La division est l'une des composantes de la Direction des applications du Centre climatologique canadien. Elle a été créée afin d'étendre les compétences du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) aux domaines de l'hydrométéorologie et de l'hydroclimatologie ainsi que pour favoriser la collaboration des spécialistes des sciences hydrologiques et météorologiques.

Au Centre climatologique canadien (CCC), la Division de la recherche en hydrométéorologie a comme mandat d'entreprendre des programmes nationaux de recherche reliés aux processus hydrométéorologiques et hydroclimatologiques et d'effectuer des études en hydrométéorologie régionale dans l'Ouest et le Nord du Canada. Elle répond également aux demandes en recherche hydrométéorologique dans l'Ouest canadien où les compétences dans ce domaine n'existent pas dans les organismes régionaux du SEA.

Dans une certaine mesure l'année 1987/1988 en a été une d'embauche de personnel et d'acquisition d'équipement scientifique essentiel. L'effectif a été porté de deux à huit personnes. Parmi les membres permanents du personnel qui se sont joints à la division, mentionnons deux chercheurs, MM. Geoff Kite et Geoff Strong, deux météorologistes MM. Les Welsh et Don Bauer et un technicien, M. Dan Matthews. M. Joe Eley s'est également joint à la division et y occupe un emploi à long terme. Les autres membres du personnel travaillant à la division à court terme sont Bill Thompson, John Knox, Virginia Whittrock et Bill Simm. De plus quatre étudiants ont travaillé pour le compte de la division, dont trois pendant l'été de 1987. La division a reçu un système d'analyse d'images et des efforts considérables ont été consacrés à sa mise en marche. Un effort majeur a également été consacré à l'évaluation de possibilités d'acquisition de façon systématique de données de radar à balayage sur les volumes depuis Elbow en Saskatchewan.

Dans le cadre du programme d'hydrométéorologie, les principaux progrès ont été accomplis dans les domaines de l'hydroclimatologie et de la télédétection. Les études de l'évaporation dans les Prairies, d'hydrométéorologie arctique et alpine ainsi que de surveillance et de prévision des quantités de précipitations étaient d'autres domaines prioritaires.

Programme d'hydroclimatologie

Ce programme traite de la variabilité et du changement climatologiques et de leur effet sur les ressources en eau. Un certain nombre de démarches ont fourni un aperçu de l'importance des variations climatiques régionales pour la disponibilité, et dans une certaine mesure pour l'utilisation, des ressources en eau. Le programme vise à caractériser les configurations passées des précipitations et une meilleure compréhension du rôle des précipitations dans le cycle hydrologique et le système climatique mondial. Quelques uns des projets spécifiques sont décrits ci-après.

a) Analyse de fréquence des sécheresses météorologiques dans la partie du bassin de la rivière South Saskatchewan située en Saskatchewan

Une étude de la composante quantitative des eaux a été entreprise dans le cadre de l'Étude Canada-Saskatchewan du bassin de la rivière South Saskatchewan qui examine la fréquence, l'intensité et la durée des sécheresses dans la partie du bassin de la rivière South Saskatchewan qui est située en Saskatchewan. Les données mensuelles sur les précipitations fournies par 12 stations climatologiques à long terme dans le bassin ou adjacentes à ce dernier ont été utilisées pour préparer des successions chronologiques de déficits

Personnel

Division de la recherche en hydrométéorologie

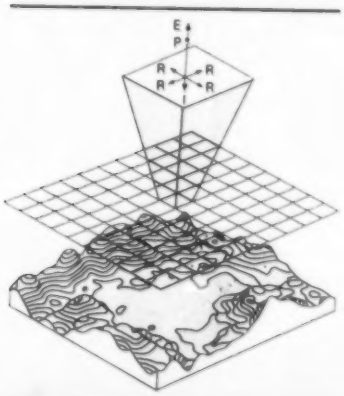
R.G. Lawford
D.J. Bauer
F.J. Eley
S.J. Forsberg (secrétaire)
G.W. Kite
D.W. Matthews
G.S. Strong
L.E. Welsh

Personnel

Bureau d'inspection pour la Saskatchewan

K. Leek
N. Arvidson
D. Greer
R. Risbey
G. Toffelmire

Modèle hydrologique pour les données de télédétection



et de surplus mensuels de "précipitations efficaces" pour six sous-régions du bassin. Des critères permettant de déterminer des conditions de sécheresse ont été dégagés et appliqués à ces successions chronologiques afin d'identifier les sécheresses pendant l'intervalle pour lequel des enregistrements sont disponibles. L'analyse de fréquences et l'analyse de valeurs extrêmes ont été utilisées pour calculer des intervalles de récurrence moyens pour des sécheresses de diverses intensités. Une ébauche de rapport a été préparée et présentée au directeur de l'Étude du bassin de la rivière South Saskatchewan.

b) Méthodes de prévision des sécheresses

Les gestionnaires des eaux, les agriculteurs et les communautés agricoles de l'Ouest canadien sont considérablement préoccupés par les avertissements d'épisodes de sécheresse. En réponse à cette inquiétude, un contrat a été accordé à «University of Saskatchewan» pour un examen des méthodes disponibles de prévision des sécheresses. Alors qu'il est possible de compter que la précision des modèles numériques sera améliorée pour les prévisions portant sur 2 à 3 semaines, il est peu vraisemblable qu'il permettront un jour des prévisions pour des intervalles de plus d'un mois. L'examen effectué a permis d'identifier plusieurs possibilités d'utilisation des réseaux de téléconnexion pour l'identification des périodes pendant lesquelles des épisodes de sécheresse pourraient se manifester. Ces résultats permettront d'orienter les recherches futures dans ce domaine et seront résumés dans un rapport du CCC à l'été de 1988.

c) Variabilité et changements climatiques en rapport avec l'hydrologie

Un article résumant les besoins en recherche dans le domaine de la variabilité et des changements climatiques en rapport avec le cycle hydrologique a été présenté lors d'un symposium tenu par «Alberta Climatological Committee» en octobre 1987. La communication examinait l'état actuel des connaissances concernant les liens entre le climat et le cycle hydrologique et identifiait certaines des inconnues dans les études des incidences des changements climatiques.

d) Relation entre les configurations de l'écoulement à mi-hauteur dans la troposphère et les mois secs et humides dans les Prairies

Une étude des configurations de la circulation à mi-hauteur dans la troposphère associées aux mois secs et humides dans les régions agricoles des Prairies canadiennes a été effectuée. Il a été possible d'identifier, par abattement, des mois et des régions extrêmement secs et extrêmement humides. De plus, des configurations caractéristiques de l'écoulement à mi-hauteur dans la troposphère sont associées à ces mois qui varient selon que les anomalies en précipitations se situent en Alberta, en Saskatchewan ou au Manitoba. Les mois secs et les mois humides dans une région en particulier ont tendance à être associés à des configurations analogues d'anomalies de l'écoulement, mais à une inversion du signe des anomalies de la hauteur. Ces travaux ont des implications pour les prévisions à long terme des précipitations et indiquent que des prévisions mensuelles et peut-être même saisonnières pourraient être produites en concentrant les efforts sur les configurations de l'écoulement. Les résultats seront présentés lors de diverses conférences et publiés en 1988.

e) Incidences possibles de scénarios de réchauffement climatique dans le bassin de la rivière Saskatchewan

Une étude des effets possibles d'un changement climatique sur le débit des cours d'eau du bassin de la rivière Saskatchewan d'après deux scénarios de réchauffement du climat a été entreprise. Des scénarios découlant de modèles mis au point par le «Goddard Institute of Space Studies» et le «Geophysical Fluid Dynamics Laboratory» ont été utilisés pour obtenir une approximation du climat qui résulterait d'une concentration doublée de CO_2. Une méthode d'estima-

tion du débit a été utilisée pour évaluer l'écoulement à The Pas dans des conditions normales et d'après les scénarios de réchauffement du climat. Les résultats obtenus pour les deux scénarios différaient considérablement, ce qui suggère que des recherches plus approfondies sont nécessaires pour mettre au point des modèles de la circulation générale qui incorporeraient de manière plus efficace les effets de la topographie et des processus associés de la surface des terres. La publication de ces travaux sous forme de rapport du CCC est prévue pour 1988.

Programme de télédétection

La division explore des moyens de dériver les champs hydrométéorologiques d'imageries satellites pour les incorporer aux modèles hydrologiques. À titre de première étape de ce processus, un système d'analyse d'images a été acheté de la PCI à Toronto. La mise en oeuvre a exigé plus de temps que prévu en raisons de défauts de conception du logiciel et de la qualité de la documentation accompagnant le système. Ces problèmes ont maintenant été réglés et un programme de travail a été mis au point.

Le projet principal a pour but d'appliquer les champs hydrométéorologiques dérivés de l'imagerie satellite NOAA à la prévision des débits. Les objectifs sont d'utiliser les données satellite dans un modèle hydrométéorologique pour différentes régions physiographiques et climatiques, d'utiliser ce modèle comme banc d'essai pour différentes composantes physiques et de mettre au point une composante de phase pour les terres destinée aux modèles climatiques de la circulation générale. Un modèle hydrologique réparti, avec composante pour la neige, est appliqué sur micro-ordinateur en utilisant des données de satellites ainsi que des données météorologiques et hydrologiques classiques relevées au sol. Deux bassins de l'Ouest du Canada recevant une couverture nivale importante sont étudiés: les bassins de la Kootenay et de la Souris.

Processus hydrologiques des Prairies

La division a tenu un atelier sur l'évaporation au printemps 1987. Cet atelier visait à encourager le transfert de technologie et à d'aider à circonscrire les priorités en recherche future sur l'évaporation et l'évapotranspiration. Environ 55 experts provenant d'universités, d'organismes de gestion des eaux et de laboratoires de recherche gouvernementaux de l'Ouest du Canada ont assisté à cet atelier, les communautés de l'hydrologie et de l'agriculture étant les mieux représentées. Lors de l'atelier, les présentations et les discussions ont principalement porté sur trois grands domaines: les mesures de l'évaporation, les applications de la télédétection et la modélisation de l'évaporation et de l'évapotranspiration.

Les recommandations portaient sur les aspects mesure et modélisation de l'évaporation et de l'évapotranspiration. Il est nécessaire d'établir des procédures pour produire des estimations officielles de l'évaporation afin de remplacer les observations actuelles de classe "A" au bac évaporométrique. Des recherches plus poussées permettant d'utiliser pleinement les données de télédétection pour estimer l'évapotranspiration sont nécessaires. Il fut recommandé de poursuivre la mise au point de modèles pratiques de l'évapotranspiration en plaçant l'emphase sur l'amélioration des modèles ayant fait leurs preuves. La division élabore actuellement un programme d'activités axé sur ces recommandations. Les minutes de cet atelier figurent dans un rapport du CCC disponible par l'entremise de la division.

Un examen des effets de dérivations de différentes quantités d'eau a été entrepris et les résultats ont été présentés lors du symposium sur les transferts d'eau entre bassins tenu en novembre 1987 par la CWRA. Les effets possibles du lac Diefenbaker sur les configurations des précipitations ont été examinés. Alors que des variations de précipitations ont été notées pour les périodes d'avant et d'après la création du lac Diefenbaker, des variations égales ou plus importantes étaient notées dans d'autres parties de la

province. La région du lac Diefenbaker ne pouvait être reliée de manière non ambiguë à ces variations de précipitations. Une deuxième dérivation prise en considération fut celle de la baie de James par la GRANDCO. La perte d'alimentation de l'océan Arctique en eau douce pourrait être l'effet le plus important de la mise en oeuvre de ce projet.

Prévisions quantitatives des précipitations

Des efforts sont actuellement consacrés à l'amélioration du radar d'Elbow afin de permettre l'archivage des données qu'il recueille. Un certain nombre de possibilités d'amélioration ont été examinées et des plans de mise en oeuvre ont été mis au point en collaboration avec la région du Centre du SEA. En consultation avec «Saskatchewan Water Corporation» et «Irrigation Development Centre» des plans pour un Système d'information pour la programmation de l'irrigation ont été élaborés d'après les configurations des précipitations dérivées des données fournies par le radar d'Elbow.

La division a participé à l'élaboration d'un programme de Recherche sur les conditions atmosphériques extrêmes pour les Prairies. Il s'agira d'une entreprise menée en collaboration avec «Alberta Research Council», «University of Alberta», «Saskatchewan Research Council» et le Service de l'environnement atmosphérique.

BUREAU DE L'INSPECTION MÉTÉOROLOGIQUE

Le Bureau de l'inspection du Service de l'environnement atmosphérique pour la Saskatchewan est responsable de l'installation, de l'entretien et de l'inspection des stations météorologiques en Saskatchewan et en des emplacements choisis des Territoires du Nord-Ouest. Le personnel du bureau se compose de trois inspecteurs météorologistes et de deux techniciens en électronique.

Une part importante du temps du personnel est consacrée aux déplacements. Pendant l'année financière écoulée, le personnel a parcouru plus de 160 000 km par la route ou par avion pour se rendre aux emplacements visités ou en revenir.

Il y a dans notre région 23 stations météorologiques principales comme celles de Saskatoon et de Regina, sept stations météorologiques automatiques situées dans des agglomérations comme Eastend et Uranium City et environ 240 observateurs climatologiques bénévoles répartis dans de petites agglomérations et des fermes de toute la province.

Comme par les années passées toutes les stations principales ont été visitées en 1987/1988 afin de s'assurer de la continuité et du caractère ininterrompu des données. Au total 48 inspections de ce genre ont été effectuées et le réseau climatologique a fait l'objet de 195 visites. Il a été décidé d'améliorer les installations à certains des emplacements alors que d'autres ont reçu des installations entièrement nouvelles.

Chaque visite d'une station principale comprend une inspection complète de l'équipement et des programmes et prend environ une semaine. Les inspections de stations météorologiques automatiques prennent moins de temps, habituellement un jour seulement, mais sont effectuées plus fréquemment, chacune de ces stations étant inspectée deux fois par année.

Neuf des stations sont exploitées, en totalité ou en partie, par des observateurs météorologiques engagés à contrat. La formation de ces observateurs en cours d'emploi et la délivrance de certificats constituent d'autres facettes de notre travail. Les inspecteurs ont consacré environ quatre semaines à ces activités en divers endroits en Saskatchewan.

Les techniciens en électronique se partagent la responsabilité de l'entretien des sept stations météorologiques automatiques, de l'équipement météorologique radar à Elbow et de l'équipement météo-

rologique radio à l'aéroport de Saskatoon. Cette responsabilité englobe la surveillance et l'entretien de l'équipement. Environ 48 visites prévues de stations automatiques ont été effectuées et d'autres visites ont été rendues nécessaires par des pannes. L'emplacement radar d'Elbow est inspecté toutes les deux semaines et au besoin en cas d'urgence.

L'un des techniciens en électronique a passé quatre mois à Resolute Bay (T. N.-O.) dans le cadre de l'engagement du bureau à doter un poste de technicien en électronique dans l'extrême Arctique.

Parmi les autres projets de 1987/1988 mentionnons l'installation d'équipement météorologique scientifique Campbell à Meadow Lake et à Nipawin, la relocalisation de stations météorologiques à Weyburn et à Outlook, l'amélioration des aires destinées aux instruments à Resolute Bay (T. N.-O.), Yorkton, Saskatoon, Wynyard, et Prince Albert (Saskatchewan) et l'installation de nouveaux bâtiments destinés aux opérations à Nipawin et Wynyard (Saskatchewan).

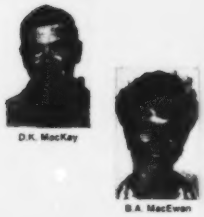
Le SEA exploite également une station de surveillance de la qualité de l'air à Cree Lake (Saskatchewan), station qui est visitée quatre fois par année afin de s'assurer que l'équipement fonctionne convenablement et que le personnel continue de respecter les pratiques établies. Le programme sur la qualité de l'air exige également que deux inspecteurs consacrent chacun une semaine par année à un cours destiné à mettre à jour leurs connaissances et à améliorer leur compétence technique en rapport avec cette étude bien en vue.

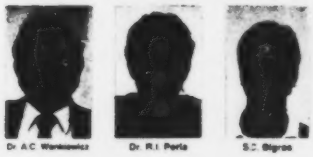
Chaque année des "prix" sont décernés à des stations météorologiques choisies pendant la semaine de l'environnement. Cette année des prix ont été présentés à six observateurs climatologiques bénévoles pour l'excellence de leurs rapports et la longue durée de leur service.

Quoique les travaux sur le terrain représentent près de 75 % du travail de ce bureau, son personnel n'en est pas pour autant inactif le reste du temps. Il travaille à la réparation et à l'étalonnage de l'équipement utilisé sur le terrain, prépare, modifie et exécute les plans de travail et fait l'acquisition des approvisionnements nécessaires pour les voyages. Le bureau exploite quatre véhicules et il est de notre responsabilité qu'ils soient en tout temps en état de rouler. Nous payons les factures, traitons avec les entrepreneurs pendant la construction de stations météorologiques, et répondons aux demandes de remplacement d'équipement acheminées par téléphone. Nous participons généralement à la conception des stations météorologiques, depuis le dessin des plans à l'enfouissement de câbles dans des tranchées et à l'installation d'équipement jusqu'à l'obtention du produit fini, ce qui exige un important travail de planification pour la satisfaction de toutes les exigences.

En résumé, l'année 1987/1988 a été une année typique. Le personnel a consacré beaucoup de temps "sur la route" à compléter les inspections prévues, à visiter les stations météorologiques et à compléter des projets d'améliorations des installations existantes. Les visites non prévues ont été limitées au strict nécessaire. L'année 1988/1988 s'annonce comme une autre année occupée alors que d'autres projets seront mis en train et que les inspections et visites prévues seront répétées.

DIRECTEUR





M. Lapointe - Educational Leave

SERVICES AU PERSONNEL

EAUX DE SURFACE

EAUX SOUTERRAINES

ÉCOLOGIE AQUATIQUE

CNRH 87/88

S.D. Barrd

C. Heseltine

R.G. Lawford

S.J. Forsberg

K. Leek

J.-G. Zakrevsky

G.P. Lee

T.E. Carter

C.A. Casey

E.W. Marles

J.A. Dalton

K.J. Supe[illegible]

L.E. Welsh

Dr. G.W. Kite

R. Risbey

F. Cyr

M.J. Waiser

K. Wallace

C.R. Onclin

M. Griffin

J.P. Tisdale

D. Bauer

Dr. G.S. Strong

N. Arvidson

M.B. Holliday

R.O. Christie

J.A. Banner

T.W. Maxin

D.B. Bucilla

J. Mollison

D.W. Matthews

F.J. Eley

G. Toffolmire

K.M. Peru

P.W. Cheung

D. Schroeder

K. Best

R.J. Scott

RECHERCHE EN HYDROMÉTÉOROLOGIE

INSPECTION MÉTÉOROLOGIQUE

SOUTIEN DE LA RECHERCHE

ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE

QUALITÉ DES EAUX

Publications et rapports

Adams, W.P., Prowse, T.D. et Granberg, H., 1987. Observations on floating snowpacks: lakes, rivers and the sea. Dans - Snow Property Measurement Workshop, 1er au 3 avril 1985, Chateau Lake Louise (Alberta) Canada, P.R. Kry (compilateur), mémoire technique 140 du Comité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches (CNRC 27594), Ottawa (Ontario), avril, 313 - 346.

Alford, M.E. et Carmack, E.C., 1987. Observations sur le manteau glaciel et le débit du fleuve Yukon près de Whitehorse en 1983/84. Rapport N° 32 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 152, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 26 p.

Alford, M.E. et Carmack, E.C., 1987. Observations sur le manteau glaciel et le débit du fleuve Yukon près de Whitehorse en 1984/85. Rapport N° 34 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 155, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 24 p.

Banner, J.A., 1986. Time lapse photography - a ten year update. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Worshop '86, 13-14 May 1986, Burlington (Ontario), Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), résumé, 15.

Bigras, S.C., 1986. Instrumentation associated with the Mackenzie Delta lake regimes study. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Workshop '86, 13-14 May 1986, Burlington (Ontario), Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) résumé, 14.

Bigras, S.C., 1987. Lake regimes Mackenzie Delta, N.W.T., 1984. Contribution N° 87005 de l'INRH, Division des eaux de surface, Institut national de recherche en hydrologie, Saskatoon (Saskatchewan), avril, 52 p.

Bothwell, M., 1987. Phosphorus control of algal production in the Thompson River, British Columbia. Contribution N° 87002 de l'INRH, Division de l'écologie aquatique, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), mai, 41 p.

Campbell, C.A., Selles, F., McConkey, B., Zentner, R.P., Nicholaichuk, W., Biederbeck, V.O. et Schnitzer, M., 1987. Interaction of fertilizer N and P and snow conservation on yield of spring and winter wheat in southwestern Saskatchewan. 1987 Annual Report, Project 22310-1580-81-51, Potash and Phosphate Institute, Station de recherche d'Agriculture Canada, Swift Current (Saskatchewan), 51 p.

Canada, Environnement Canada, 1987. Institut national de recherche en hydrologie - Rapport annuel 1986 -87. Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 24 p.

Canada, Secrétariat d'État et Énergie Mines et Ressources, 1987. Génériques en usage dans les noms géographiques du Canada. Bulletin de terminologie 176, publié en collaboration par le Secrétariat d'État et le Comité permanent canadien des noms géographiques d'Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (Ontario), 311 p.

Carmack, E.C., Wiegand, R.C., Marles, E.M., Alford, M.E. et Chamberlain, V.A., 1987. Limnologie physique d'un lac recouvert par les glaces avec écoulement sous-jacent: lac Laberge au Yukon. Rapport N° 35 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 157, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 58 p.

Christie, R.O., 1986. NHRC Branch overview. Proceedings of Inland Waters Directorate Instrumentation Workshop '86, 13-14 May 1986, Burlington (Ontario), Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), résumé, 14.

Carter, T., 1987. Facility for indoor aquifer testing (F.I.A.T.). Contribution N° 87006 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 34 p.

Davis, R.E., Dozier, J. et Perla, R., 1987. Measurement of snow grain properties. Dans - Seasonal Snowcovers: Physics, Chemistry, Hydrology, H.G. Jones et W.J. Orville -Thomas (éditeurs), Série CS de l'OTAN, série C: sciences mathématiques et physiques, vol. 211, compte rendu du Comité scientifique de l'OTAN sur la dynamique chimique des couvertures nivales saisonnières, 13 au 25 juillet 1986, Les Arcs, France, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 63-74.

Dozier, J., Davis, R.E. et Perla, R., 1987. Snow microstructure measurements using stereology. Dans - Snow Property Measurement Workshop, 1er au 3 avril 1985, Chateau Lake Louise (Alberta) Canada, P.R. Kry (compilateur), mémoire technique 140 du Comité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches (CNRC 27594), Ottawa (Ontario), avril, 59 - 69.

Fogarasi, S. et Mokievsky-Zubok, O., 1987. An analysis of flow data from Sentinel Creek, British Columbia: Part 1. Contribution N° 87012 de l'INRH, Division des eaux de surface, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), décembre, 43 p.

Halstead, E.C., 1986. Approvisionnement en eaux souterraines - basses-terres du Fraser, Colombie-Britannique. Rapport N° 26 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 145, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 80 p. cartes.

Hess, P.J., 1986. Utilisation des eaux souterraines au Canada. Rapport N° 28 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 140, Collection des rapports techniques de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 45 p. cartes.

Holdsworth, G., 1987. Reviews - Icebergs: a bibliography relevant to eastern Canadian waters. Edited by Lynne M. Howard. Environment Studies Revolving

Funds Report No. 030: ESRF, 1986. Softbound. Cdn.$55. Arctic, 40(1), mars, 87-88.

Holdsworth, G., 1987. The surface wave forms on the Ellesmere Island ice shelves and ice islands. Dans - Workshop on Extreme Ice Features, G.R. Pilkington et B.W. Danielewicz, (compilateurs), 3 au 5 novembre 1986, Banff (Alberta), mémoire technique 140 du Sous comité sur la neige et la glace du Comité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches (CNRC 28003), Ottawa (Ontario), juin, 385-403.

Hooke, R.LeB., Johnson, G.W., Brugger, K.A., Hanson, B. et Holdsworth, G., 1987. Changes in mass balance, velocity, and surface profile along a flow line on Barnes Ice Cap, 1970-1984. Journal canadien des sciences de la terre, 24(8), août, 1550-1561.

INTERA Technologies Limited, 1987. Feasibility study for a field sampling program to monitor impacts resulting from in situ heavy oil subsurface disposal practices. Contribution N° 88001 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), rapport préparé sous contrat par Intera Technologies Ltd., Calgary et Ottawa, financé par le Comité interministériel fédéral de la recherche et du développement énergétiques (CRDE), juillet, 81 p.

Jackson, T.A., 1987. Methylation, demethylation, and bio-accumulation of mercury in lakes and reservoirs of northern Manitoba, with particular reference to effects of environmental changes caused by the Churchill-Nelson River diversions: Final report on Project number 2.3 of the study of mercury in northern Manitoba carried out in accordance with the Canada-Manitoba Agreement. Dans - Appendices techniques au rapport sommaire, vol 2, Accord Canada-Manitoba sur l'étude et la surveillance de la pollution par le mercure dans le réseau de dérivation du fleuve Churchill, gouvernements du Canada et du Manitoba, 89 p.

Johnston, L., 1987. Ground water - why worry? Contribution N° 87008 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 18 p.

Johnston, L. et Craig, D., 1987. Turkey Lakes water study: hydrogeological instrumentation and aquifer materials. Contribution N° 87004 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), édition révisée, 27 p.

Johnston, L. et Craig, D., 1987. Status report: ground water studies in the acid rain program. Contribution N° 87022 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 17 septembre, 17 p.

Kirkland, R.A. et Gray, C.B.J., 1986. Étude de reconnaissance des caractéristiques chimiques et biologiques de la limnologie de quatre grands lacs du fleuve Yukon. Rapport N° 33 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 153, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 24 p.

Klemeš, V., 1987. Chapter 7. Drought prediction: a hydrological perspective. Dans - Planning for Drought, D.A. Wilhite, W.E. Easterling et D.W. Wood (éditeurs), Westview Press, Boulder, Colorado, 81-94.

Klemeš, V., 1987. Reply to Comment on "Dilettantism in hydrology: transition or destiny?" by Z.W. Kundzewicz. Water Resources Research, 23(10), octobre, 2011-2012.

Lyon, K.E. et Patterson, R.J., 1986. Rétention de ^{137}Cs et de ^{90}Sr par les minéraux absorbants situés au voisinage de déchets nucléaires vitrifiés. Rapport N° 27 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 148, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures, Ottawa (Ontario), 20 p.

Marsh, P., 1987. Factors limiting snowmelt runoff in a permafrost environment. Proceedings, 55th Annual Western Snow Conference, 14 au 16 avril 1987, Vancouver (Colombie-Britannique), 61-68.

Marsh, P., 1987. Gain growth in a wet Arctic snow cover. Cold Regions Science and Technology, 14(1), 23-31.

Marsh, P. et Prowse, T.D., 1987. Water temperature and heat flux to the base of river ice covers. Cold Regions Science and Technology, 14(1), 33-50.

Marsh, P. et Woo, M.-K., 1987. Soil heat flux, wetting front advance and ice layer growth on cold dry snow covers. Dans - Snow Property Measurement Workshop, 1er au 3 avril 1985, Chateau Lake Louise (Alberta) Canada, P.R. Kry (compilateur), mémoire technique 140 du Comité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches (CNRC 27594), Ottawa (Ontario), avril, 497-524.

McNaughton, D., 1987. Ground water issues in the North. Contribution N° 87009 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 23 p.

Mokievsky-Zubok, O., 1987. Glacier mass balance for 1986 on Sentinel, Helm and Place Glaciers, British Columbia. Rapport interne, Section des régions froides, Division des eaux de surface, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), janvier, 16 p.

Nicholaichuk, W., Gray, D.M. et McConkey, B., 1987. Snow management and meltwater enhancement. Rapport présenté au Fonds Canada-Saskatchewan de développement économique et régional, Saskatchewan Agriculture, 18 p.

Nicholaichuk, W., Leyshon, A.J., Jamie, Y.W. et Campbell, C.A., 1987. Boron and salinity survey of irrigation projects and the absorption characteristics of some Saskatchewan soils. Revue canadienne de la science du sol, 68(1), 77-90.

Nicholson, J.A., Craig, D. et Foster, N.W., 1987. Precipitation, surface and subsurface water chemistry in a tolerant hardwood forest basin. Proceedings International Symposium on Acidification and Water Pathways. Vol. 1, 4 au 5 mai 1987, Bolkesjø, Norvège, 91-100.

Ommanney, C.S.L., 1987. Axel Heiberg Island bibliography. Dans - Field Research on Axel Heiberg Island, N.W.T., Canada: Bibliographies and Data Reports with Appendices of Data from the McGill Subarctic Research Station, Schefferville, P.Q., P. Adams (éditeur), McGill Subarctic Research Paper No. 41, Axel Heiberg Island Research Report, Miscellaneous Papers No. 2, Occasional Papers No. 12, Department of Geography, Trent University, Peterborough (Ontario), Centre for Northern Studies and Research, Université McGill, Montréal (Québec), 5-55.

Ommanney, C.S.L., 1987. Axel Heiberg Island visitations. Dans - Field Research on Axel Heiberg Island, N.W.T., Canada: Bibliographies and Data Reports with Appendices of Data from the McGill Subarctic Research Station, Schefferville, P.Q., P. Adams (éditeur), McGill Subarctic Research Paper No. 41, Axel Heiberg Island Research Report, Miscellaneous Papers No. 2, Occasional Papers No. 12, Department of Geography, Trent University, Peterborough (Ontario), Centre for Northern Studies and Research, Université McGill, Montréal (Québec), 56-66.

Ommanney, C.S.L., 1987. Rapport du comité consultatif de la nomenclature glaciologique et alpine. Canoma, 13(2), décembre, 12-16.

Perla, R., Davis, R.E., Dozier, J. et LaChapelle, E.R., 1987. Dilution method for measuring liquid water in snow: field tests in a subalpine snowpack. Dans - Snow Property Measurement Workshop, 1er au 3 avril 1985, Chateau Lake Louise (Alberta) Canada, P.R. Kry (compilateur), mémoire technique 140 du Comité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches (CNRC 27594), Ottawa (Ontario), avril, 71-78.

Perla, R. et Sommerfield, R.A., 1986. On the metamorphism, morphology, and microstructure of snow. Dans - A Merging of Theory and Practice, Proceedings, International Snow Science Workshop, 22 au 25 octobre 1986, Lake Tahoe, Californie, 98-102.

Prowse, T.D., 1987. The albedo of break-up ice covers. Proceedings, 44th Annual Eastern Snow Conference, Frédéricton (Nouveau-Brunswick), 192-196.

Prowse, T.D., Anderson, J.C. et Smith, R.L., 1987. Discharge measurement during river ice break-up. Proceedings, 43rd Annual Eastern Snow Conference, 5-6 June 1986, Hanover, New Hampshire, 55-69.

Prowse, T.D. et Marsh, P., 1987. Atmospheric and hydrothermal heat flows to intact and fragmented ice covers. I.A.H.S. Workshop on River Ice Covers, août 1987, Vancouver (Colombie-Britannique), 21 p.

Prowse, T.D. et Onclin, C.R. 1987. Timing and duration of river ice-break-up. Proceedings, 44th Annual Eastern Snow Conference, Frédéricton (Nouveau Brunswick), 197-202.

Raven, K.G., Bottomley, D.J., Sweezey, R.A., Smedley, J.A. et Ruttan, T.J., 1987. Caractérisation hydrogéologique de la zone de recherche du lac East Bull. Rapport N° 31 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 160, Série scientifique de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 81 p.

Sommerfield, R.A. et Perla, R., 1987. The permeability of snow. Paper presented at 1987 A.G.U. Meeting, San Francisco, Californie, EΘS, Transactions, American Geophysical Union, 68(44), 3 novembre, résumé, 1271.

Vandenberg, A., 1986. Modèle physique d'infiltration verticale, d'écoulement des drains et de ruissellement de surface. Rapport N° 25 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 137, Collection des rapports techniques de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 59 p.

Vandenberg, A., 1987. Méthode hybride numérique-analytique pour la solution d'équations aux dérivées partielles en modélisation des eaux souterraines. Rapport N° 36 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 151, Collection des rapports techniques de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 16 p.

Vandenberg, A., 1987. Procédé à différences finies en avant à pas temporels augmentant exponentiellement: la méthode des mises au carré successives. Rapport N° 37 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude N° 152, Collection des rapports techniques de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures et des terres, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 15 p.

Wasiuta, V., 1987. Feasibility study: artificial recharge in the Prairie Provinces. Contribution N° 87007 de l'INRH, Division des eaux souterraines, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 86 p.